

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(Mention Sciences)

PAR

M^{me} KAMALA ROY

1^{re} THÈSE. — Recherches sur la structure du noyau
quiescent et sur les mitoses somatiques
de quelques Fucacées.

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 4 MARS 1938 devant la Commission d'examen.

MM. EMBERGER, *Président.*

MATHIAS }
THORAL } *Assesseurs.*

ROUEN. — IMPRIMERIE WOLF

13-15, rue de la Pie

1938

A MON BIEN CHER PÈRE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A M. LE PROFESSEUR PIERRE ALLORGE

*En témoignage de ma
respectueuse gratitude.*

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(Mention Sciences)

PAR

M^{me} KAMALA ROY

**1^{re} THÈSE. — Recherches sur la structure du noyau
quiescent et sur les mitoses somatiques
de quelques Fucacées.**

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le **4 MARS** 1938 devant la Commission d'examen.

MM. EMBERGER, *Président.*

MATHIAS }
THORAL } *Assesseurs.*

ROUEN. — IMPRIMERIE WOLF
13-15, rue de la Pie

1938

FACULTÉ DES SCIENCES

DE

L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

MM.

<i>Doyen</i>	M. GODECHOT, Correspondant de l'Institut, Professeur de Chimie.
<i>Doyen honoraire</i>	S. DAUTHEVILLE.
<i>Professeurs honoraire</i>	E. FABRY, O. DUBOSQ, J. CURIE, F. BEAULARD DE LENAIZAN, E. BATAILLON, R. JACQUES, J. PAVILLARD, J. CABANNES et E. CHATTON.
<i>Maître de Conférences honoraire.</i>	F. MOURGUES.

MM.

<i>Professeurs</i>	G. REBOUL Physique.
	E. TURRIÈRE Mécanique rationnelle.
	P. HUMBERT Mathématiques pures.
	L. GAY Chimie.
	J. SOULA Mathématiques.
	E. CARRIÈRE Chimie.
	J. DURAND Chimie.
	L. EMBERGER Botanique.
	Ch. BOUHET Physique.
	P. MATHIAS Zoologie et Biologie générale.
	X... Géologie.
<i>Chargé de cours</i>	M. THORAL, <i>Chargé de la Chaire</i> de Géologie.

MM.

<i>Maîtres de Conférences</i>	F. VASILESCO Mathématiques.
	O. TUZET (M ^{11e}) Zoologie.
	P. CHATELAIN Minéralogie.

MM.

<i>Secrétaire</i>	A. BABY.
<i>Secrétaire honoraire</i>	L. DUBOIS.



Membres du Jury :

MM.

EMBERGER	<i>Président.</i>
MATHIAS	} <i>Assesseurs.</i>
THORAL	

Recherches sur la structure du noyau quiescent et sur les mitoses somatiques de quelques Fucacées

par M^{me} Kamala ROY

INTRODUCTION

Bien que les Fucacées constituent un matériel répandu et facile à récolter, leur étude cytologique a été très délaissée. La bibliographie de ce sujet est, en effet, très restreinte.

Il ne semble pas qu'il y ait eu jusqu'ici d'étude générale de la mitose dans la famille des Fucacées, ni même, comparativement, chez plusieurs espèces du genre *Fucus*. La division somatique semble avoir le moins attiré l'attention des chercheurs. En dehors du peu qui a été fait sur cette question par le D^r YAMANUCHI et LE TOUZÉ, nous trouvons qu'il n'y a guère de contribution à cet important aspect de la mitose.

Il m'a donc semblé utile d'aborder l'étude de la division somatique. Mon but étant une étude comparative, mon travail ne comporte pas uniquement diverses espèces de *Fucus*, mais aussi d'autres Fucacées. A ce sujet, il était nécessaire de joindre l'étude de la structure du noyau quiescent et de ses modalités chez diverses genres de la famille des Fucacées et dans les divers tissus de ces plantes.

Cette seconde étude était également désirable, car on ne trouve que très peu de renseignements dans les publications sur ce sujet.

Je dois mentionner ici que j'ai été initiée à l'intéressante étude des algues par le Professeur H.-H. BARTLETT, président du Service botanique de l'Université de Michigan. Je l'ai rencontré à l'Université des Philippines, à Manille, où il vint, en 1935, en qualité de professeur d'échange, et où je me trouvais alors comme étudiante spécialisée en botanique. Je ne puis oublier de quelle manière encourageante il di-

rigea mes premiers travaux et me donna toute l'aide possible pour maintenir mon intérêt sur ce sujet. Je lui exprime maintenant toute ma gratitude. Le Professeur W.-R. TAYLOR, de la même Université de Michigan, l'éminent algologue, m'a aussi aidée en me communiquant une importante bibliographie sur ce sujet. Je lui en demeure très obligée.

A Paris, mes obligations sont nombreuses. Etrangère, peu versée dans la langue française, j'ai eu besoin d'assistance de toute sorte. A mon arrivée, M. le Professeur MOLLIARD voulut bien me suggérer d'effectuer mes travaux au Laboratoire de cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle, et m'introduisit auprès du Professeur Pierre ALLORGE, directeur de ce Laboratoire. Ce dernier m'a donné libéralement toutes facilités pour poursuivre ce travail. Il a eu également l'amabilité de bien vouloir publier ce travail dans la *Revue Algologique*, qu'il dirige. A son laboratoire, j'ai trouvé auprès de chacun un cordial accueil et un réel intérêt à l'égard de mes recherches. Je dois de sincères remerciements à M. Robert LAMI, assistant, pour son amicale collaboration, en particulier pour la récolte d'une partie du matériel que j'ai étudié, et sans l'aide duquel je n'aurais sans doute pu poursuivre ce travail. M^{lle} Marie CELAN, assistante à l'Université de Bucarest, qui effectue au même Laboratoire des recherches d'algologie systématique, m'a donné d'utiles conseils pour ce travail et aussi pour l'étude de la langue française. Le sous-directeur, M. Roger HEIM, MM. Gontran HAMEL et Marcel LEFÈVRE, assistants, M^{lle} LEMOINE, attachée, M. QUINTANILHA, m'ont prodigué de nombreux et utiles conseils, et je leur exprime à tous ma vive gratitude.

Je dois aussi de sincères remerciements à M. le Professeur MANGENOT pour les conseils et suggestions qu'il a bien voulu me donner.

Je suis également très obligée envers le Professeur A. GRUVEL et M. H. BERTRAND, directeur et sous-directeur de la Station de biologie marine du Muséum, à Dinard. Pendant les quelques semaines que j'y ai passées, ils m'ont donné toutes facilités de poursuivre mes recherches dans leur laboratoire parfaitement bien équipé de tout le matériel nécessaire aux recherches de biologie marine, mais malheureusement encore trop peu connu des travailleurs étrangers. Nous avons pu, grâce au bateau à moteur de la Station, aller aux îles Chausey et récolter le *Fucus lutarius* dans la station même du type.

Finalement, je remercie ici M. le Professeur EMBERGER pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant d'examiner ce travail et de présider cette thèse, ainsi que MM. les Professeurs MATHIAS et THOREL, ses assesseurs.

CHAPITRE I

HISTORIQUE

FARMER et WILLIAM (1896) se sont intéressés les premiers à cette étude. Leurs recherches ont porté tout d'abord sur des espèces du genre *Fucus* : *F. platycarpus*, *F. vesiculosus*, puis ils les ont étendues à l'*Ascophyllum nososum* et au *Pelvetia canaliculata*, matériel récolté sur les côtes d'Angleterre. Dans ce travail, limité à un nombre restreint d'espèces, ils se sont bornés à l'étude de la formation de l'œuf dans l'oogone, en particulier la troisième division, de la fécondation et de la segmentation de l'œuf. La dernière partie de ce travail a été publiée en 1898.

STRASBURGER (1897) a apporté également une importante contribution dans ce domaine. Il a récolté son matériel à Helgoland (Allemagne). Mais ses recherches se sont bornées à la troisième division de l'oogone du seul *F. platycarpus* et à la fécondation chez *F. serratus* et *F. vesiculosus*. Son travail est donc plus limité que celui de FARMER et WILLIAM.

A ces premiers investigateurs, il faut ajouter plus récemment le Dr YAMANUCHI (1909), au Japon. Son matériel avait été récolté sur les côtes atlantiques des Etats-Unis, et son travail exécuté dans ce même pays. Ses recherches se sont appliquées uniquement au *F. vesiculosus*, et notamment au comportement des chromosomes dans la division somatique et dans la division de l'oogone et de l'anthéridie. En comprenant, dans son étude, cet aspect de la division somatique des mitoses, il l'a plus approfondie que ses trois prédécesseurs pour autant qu'il s'agit d'une seule espèce. Le titre donné à son article, publié dans *The Botanical Gazette*, en 1909, « Mitosis in *Fucus* », est en réalité d'une portée plus restreinte et n'est que l'étude de la mitose dans le seul *F. vesiculosus*.

Un intéressant travail de LE TOUZÉ : « Contribution à l'étude des Fucacées », parut en 1911 et n'était que le début d'une étude approfondie que cet auteur se proposait de poursuivre. Malheureusement sa mort en empêcha la réalisation. A l'exception des *Cystoseira* et des *Himanthalia*, il a étudié toutes les espèces de Fucacées françaises, et notamment : *Fucus serratus*, *F. vesiculosus*, *F. platycarpus*, *F. ceranoides*, *Pelvetia canaliculata*, *Ascophyllum nodosum*, *Bifurcaria tuberculata* et *Halidrys siliquosa*.

CHAPITRE II

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Bien que, ainsi que l'a écrit P. DANGEARD (1933), « il soit encore difficile actuellement de donner une classification satisfaisante des Phéophycées », il nous semble utile de localiser dans la systématique actuelle les algues que nous avons étudiées au point de vue caryologique.

Suivant la classification de J. TILDEN (1935), les plantes étudiées par nous sont des représentants des deux seules familles, *Fucaceae* et *Sargassaceae*, de l'ordre unique des Fucales, de la sous-classe des Phéophyceae.

De la famille des *Fucaceae* (ou *Fuco-Ascophyllae*), nous avons pu nous procurer et étudier :

Fucus platycarpus Thur., *F. spiralis* L.

— *vesiculosus* L.

— *lutarius* Kütz.

— *serratus* L.

Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol.

Pelvetia canaliculata (L.) Dec. et Thur.

De la famille des *Sargassaceae* (ou *Cystoseira-Sargasseae*) :

Halidrys siliquosa (L.) Lyngb.

Bifurcaria tuberculata Stackh.

Cystoseira myriophylloides Sauv.

— *granulata* (L.) Ag.

— *foeniculaceae* Grev.

— *ericoides* (L.) Ag.

D'après LAMOUROUX (1813), SETCHELL et GARDNER (1925) et J. TILDEN (1935), la famille des *Fucaceae* a les principaux caractères végétatifs suivants : thalle pérennant de forme aplatie non différencié en axes et rameaux. Fixation par des crampons discoïdes, bien développés et massifs. Ramification pennée subdichotomique en un

plan. Réceptacles terminaux ou subterminaux portant des conceptacles monoïques ou dioïques. L'oogone typique produit huit œufs.

D'après les auteurs, DE TONI (1895), SETCHELL et GARDNER (1925), J. TILDEN (1935), la famille des *Sargassaceae* se caractérise ainsi : Frondes différenciées en crampons et stipe, plus ou moins distinct d'un axe principal de la fronde, qui supporte des rameaux diversement différenciés, quelquefois foliacés, situés autour de l'axe et qui le dépassent généralement beaucoup. Stipe et axe principal pérennants; région de croissance, peu distincte, à l'extrémité du rachis. Les rameaux primaires fructifient puis se détruisent en laissant des cicatrices sur l'axe. Les réceptacles sont petits, cylindriques ou légèrement aplatis, terminaux ou subterminaux. L'oogone produit un seul œuf.

Selon certains auteurs, en particulier LE TOUZÉ (1911), le thalle des *Fucus* est constitué de deux tissus distincts. L'un est appelé le tissu central formé de cellules allongées ou hyphes. Le second est appelé tissu pariétal ou épidermique et entoure le premier. Ceci peut être considéré comme une conception déjà ancienne; actuellement, on admet généralement que l'on doit distinguer trois tissus principaux. La façon de voir de VAN TIEGHEM (1898) en ce qui concerne toutes les plantes vasculaires peut être conservée au sujet des *Fucus*. C'est ainsi qu'il dit : « Le corps des plantes vasculaires... est formé de trois régions principales : une externe, une moyenne et une interne. La région externe, limitant le corps vis-à-vis du milieu extérieur, est ce qu'on nomme l'épiderme. La région moyenne est ce qu'on nomme l'écorce. La région interne, qui est aussi la plus importante... est la région stellique. » Cette opinion est soutenue par des auteurs modernes, tels que HOLTZ (1903), OLTMANN (1923) et DANGEARD (1933). Toutefois, les deux façons de voir ne diffèrent que peu au fond. Dans la première opinion le tissu central a un sens général. Le second fait deux divisions dans ce tissu et leur donne le nom d'écorce pour l'une et de moelle pour l'autre. Nous suivons cette dernière classification qui maintient trois tissus principaux dans l'appareil végétatif des Fucacées.

EPIDERME.

Le plus grand pouvoir de multiplication s'observe dans les cellules épidermiques. Ces cellules sont gorgées, de façon très dense, de chromatophores, de plastes, de physodes et autres granulations figurées. Elles possèdent la faculté de se multiplier par des divisions radiales et périclinales produisant des cellules basales filles qui s'ajoutent à l'écorce et amènent la croissance en épaisseur.

SOMMET VÉGÉTATIF.

Je n'ai pu observer de point de croissance nettement défini à l'extrémité des rameaux âgés du thalle. Il peut y avoir cependant croissance et division cellulaire dans la région des cellules corticales externes, mais principalement vers l'extrémité de la portion la plus jeune du rameau et dont les tissus sont les moins coriaces. A l'extrémité des jeunes thalles une légère dépression ou une invagination plus ou moins marquée peut exister et s'observe quelquefois aussi à l'extrémité des plus vieilles frondes qui sont sur le point de s'accroître. Dans une section longitudinale, on y remarque une grande cellule apicale localisée à la base de l'invagination; cette cellule apicale est une cellule épidermique. Le noyau relativement de grande taille remplit à lui seul presque toute la cellule qui ne contient que peu d'organites cytoplasmiques. Le plus grand pouvoir de croissance se trouve dans cette région remarquable.

ECORCE.

En-dessous de l'épiderme, existent six à sept rangées de cellules de taille et de forme variées. Ces cellules, très allongées, contiennent moins de chromatophores que les cellules épidermiques. Elles sont connues sous le nom de cellules corticales et constituent l'écorce. Elles semblent posséder la faculté de se diviser activement.

D'un bout à l'autre de la plante les cellules corticales externes sont capables de division et constituent une sorte de cambium périphérique. Ceci est vrai pour les Fucacées uniquement, non pour les Cystoseirées.

MOELLE.

La moelle se distingue par le fait que ses cellules, plus ou moins unies en réseau, sont largement écartées par une gelée intercellulaire, et également par le fait que cette gelée ne se colore pas autant que la gelée intracellulaire de l'écorce. Les membranes de la moelle se colorent moins aussi que les autres membranes cellulaires. Le caractère de ces dernières est peut-être dû à leur relative minceur. Les cellules de la moelle ne semblent pas pouvoir se diviser.

CONCEPTACLES.

Les conceptacles sont formés par quelques cellules épidermiques contiguës. Elles repoussent les cellules basales qui sont méristématiques. Les divisions mitotiques sont généralement très rapides dans le développement des conceptacles.

NOYAU.

Chaque cellule ne possède qu'un noyau. Cependant, OLTMANN (1904) prétend que les cellules du tissu central contiennent souvent un grand nombre de noyaux. Nous ne pouvons accepter cette affirmation, car nous n'avons pas observé un seul cas de cet ordre dans l'étude de notre matériel. Nous ne pouvons comprendre OLTMANN qu'en supposant qu'il a confondu avec des noyaux certains grains de réserve qui ont, il est vrai, quelque ressemblance avec eux. Dans ce désaccord nous sommes du même avis que SCHMITZ (1879) et HANSTEEN (1892).

Le noyau est situé dans la masse protoplasmique de la cellule et en est limité par la fine membrane qui constitue la membrane nucléaire. Il est nettement visible, même sur le frais, par sa réfringence plus élevée que celle du protoplasma environnant.

Dans les tissus de Fucacées, comme dans la plupart des tissus végétaux, les noyaux au repos sont de deux types : noyaux à l'état de repos définitif et noyaux interphasiques.

NOYAUX A L'ÉTAT DE REPOS DÉFINITIF.

Les noyaux de cette sorte sont de vieux noyaux. Ils sont dans un état où ils ont perdu tout pouvoir de division, à une phase quiescente définitive. Ils se rencontrent au-dessous des tissus méristématiques et sont généralement plus petits que les noyaux interphasiques. Leurs nucléoles sont aussi comparativement plus petits que les nucléoles des derniers. Si j'ai choisi la dénomination de noyaux à l'état de repos définitif, c'est parce qu'ils représentent un état qui est définitivement fixé.

NOYAUX INTERPHASIQUES.

Les noyaux de cette sorte sont aussi appelés noyaux karyosomiques. Cette dénomination est due au fait qu'ils sont caractérisés par un seul et grand nucléole central appelé karyosome (BELAR, K., 1926). On les rencontre dans la région méristématique, tandis que les noyaux à l'état de repos définitif sont au-dessous de cette région. On les observe aussi dans les cellules de la phase précoce des conceptacles et des cryptostomates, et à la base des poils des Fucacées, mais dans le *Fucus lutarius* les noyaux dans tous les poils sont presque de même taille et forme. Il est très difficile de les différencier les uns des autres.

Les anciens auteurs, SCHUSSNIG et JAHODA (1927), avaient

l'habitude de dire que cet état d'un noyau est caractérisé par les conditions suivantes :

1° Qu'il consiste partiellement ou entièrement en chromatine. Ceci implique qu'il a pris part à la formation des chromosomes;

2° Qu'il contient un centriole et qu'il est, par conséquent, en rapport avec la formation du réseau.

Mais un examen approfondi récent a montré qu'il n'y a presque pas de noyaux intraphasiques dans ces conditions. J. DOUTRELIGNE (1933) a parfaitement décrit les caractéristiques des noyaux de cette sorte. Dans son travail sur les chromosomes et les nucléoles dans les noyaux du type euchromocentrique, elle dit : « La notion de « noyau interphasique » comporte un double élément :

1° D'accord avec les auteurs, nous désignons sous ce nom les noyaux appartenant à un tissu méristématique où le cloisonnement est actif par opposition aux noyaux qui ne sont plus appelés à se diviser et qu'on trouve dans la coiffe et dans la région d'étirement.

2° En outre, le terme « interphasique » caractérise théoriquement les noyaux méristématiques pendant la période qui se place après l'achèvement des transformations télophasiques qui les subissent à la fin d'une cinèse suivante. Mais il y a là précisément un point qui prête à discussion, c'est-à-dire le point de savoir s'il y a toujours, dans le tissu méristématique, un stade de durée appréciable durant lequel les chromosomes qui composent le noyau ne subiraient plus aucune modification de « régression » télophasique, sans être cependant entrés dans la période de « reconstitution » prophasique. Sans trancher ce point, nous désignerons sous le nom d'interphase l'aspect auquel on aboutit, si on « descend » progressivement le cours des phénomènes télophasiques et qu'en même temps on « remonte » progressivement le cours des phénomènes prophasiques. »

Si nous avons fait cette longue citation, c'est parce qu'elle contient une explication claire de l'état intraphasique du noyau ou noyau karyosomique, comme on peut l'appeler, explication avec laquelle nous sommes en plein accord.

CHAPITRE III

MATÉRIEL ET TECHNIQUE

Le matériel ayant servi à nos recherches provient presque exclusivement de Dinard, sur la côte nord de Bretagne, et de ses environs, en particulier de Saint-Enogat où nous avons trouvé en abondance du matériel varié. Outre les récoltes faites à Dinard, j'ai pu, à la faveur d'une excursion organisée par le Laboratoire, faire de nouvelles récoltes à la grande île de Chausey, en particulier celle de *Fucus luteus* Ktz., dont c'est la station du type.

Des récoltes de matériel ont été faites à différentes époques et dans des conditions différentes : à la fin d'avril, au début de mai, en juillet et en août. Selon les possibilités, nous les avons faites à différents moments du jour et de la nuit. Dans de nombreux cas elles ont été cueillies et fixées sur place immédiatement, car nous emportions avec nous les réactifs nécessaires. Autrement, nous rapportions toutes les plantes au Laboratoire maritime et, après les avoir triées, nous les avons conservées un temps variable dans de l'eau de mer, puis nous prélevions des fragments et les fixions. Les récoltes furent faites tant à mer haute qu'à mer basse pour avoir des plantes ayant subi une immersion ou une exondation de durée variable.

Tous ces différents matériaux ont été étudiés et les résultats obtenus soigneusement observés et comparés. Ces travaux ont montré quelques points intéressants et importants, en particulier l'existence d'une étroite relation entre la fréquence des mitoses somatiques dans les parties jeunes des thalles, et les conditions extérieures. Les mitoses ont été trouvées abondamment dans les plantes récoltées une ou deux heures après avoir été recouvertes par la marée. Ce fait a été également noté par FARMER et WILLIAMS et par YAMANUCHI. J'ai observé encore un autre point important non mentionné par aucun des savants précédents. Des mitoses nombreuses peuvent être observées également dans des plantes, *Fucus* principalement, qui, exondées à basse mer, ont été récoltées entières avec toute leur base et conservées pendant 1 heure 1/2 dans une quantité suffisante d'eau de mer. Il faut insister ici sur l'intégrité de tout leur thalle, car des plantes recueillies dans

d'autres conditions n'ont pas donné du tout le même résultat, malgré de nombreux essais infructueux effectués dans des conditions variées.

Les résultats présentés dans ce travail résultent de recherches sur certaines Fucacées des côtes françaises. Les espèces suivantes ont été étudiées :

Cystoseira foeniculaceae Grev., *Cystoseira myriophylloides* Sauv., *Cystoseira granulata* (L.) Ag., *Cystoseira ericoides* Ag., *Fucus serratus* L., *Fucus platycarpus* Thur., *Fucus vesiculosus* L., *Fucus lutarius* Kütz., *Pelvetia canaliculata* (L.) Dcne et Thur., *Ascophyllum nodosum* (L.) Lejol., *Bifurcaria tuberculata* Stackh., et *Halidrys siliquosa* (L.) Lyngb.

FIXATION

J'ai utilisé, pour la fixation, les diverses solutions suivantes :

1. *Liquide de Helly* (Zenker formolé sans sulfate de sodium) :

Eau distillée	100 cc.
Chlorure de mercure	5 cc.
Bichromate de potasse	2,5 gr.
Formol commercial	10 cc.

2. *Liquide de Navaschin* (d'après BRUN) :

A. Acide chromique	2 gr.
Acide acétique	20 gr.
Eau distillée	130 cc.
B. Formol	37 cc.
Eau distillée	150 cc.

A et B sont préparés séparément, puis mélangés au moment de leur emploi. Le mélange ne se conserve pas longtemps.

3. *Liquide de Bouin à l'eau de mer* :

Solution saturée d'acide picrique dans l'eau de mer	75 cc.
Formol	25 cc.
Acide acétique	2 cc.

4. *Liquide de Bouin* :

Solution aqueuse saturée d'acide picrique.....	30 cc.
Formol à 40 %	10 cc.
Acide acétique cristallisable	2 cc.

5. *Liquide de Flemming faible :*

A. Acide chromique à 1 % (dans l'eau distillée).	25 cc.
Acide acétique glacial à 1 % (dans l'eau distillée)	10 cc.
Eau distillée	55 cc.
B. Acide osmique à 1 % (dans l'eau distillée).	10 cc.
Le mélange de A et B n'est fait qu'au moment de l'emploi.	

6. *Liquide de Flemming fort :*

Acide osmique à 1 %	8 cc.
Acide chromique à 1 %	15 cc.
Acide acétique à 1 %	1 cc.
Mélangés seulement au moment de l'emploi.	

7. *Formol à l'eau de mer :*

Formol neutralisé au borate de soude	1 cc.
Eau de mer	10 cc.

N. B. — Pour quelques fixateurs l'eau distillée a été utilisée, tandis que pour d'autres l'eau de mer a été employée avec des résultats semblables.

La perfection de la coloration des préparations varie suivant le fixateur employé, et l'on doit insister sur l'existence de réactions particulières entre le matériel fixé avec un certain fixateur et les réactifs employés pour la coloration.

Au cours de mes recherches il a été constaté que la coloration à l'hématoxyline et au Feulgen était extrêmement satisfaisante lorsque le matériel avait été fixé au liquide de Navaschin. Cette combinaison a donné de bons résultats pour toutes les espèces étudiées.

Les liquides de Flemming fort ou faible sont, dans l'ensemble, satisfaisants, bien que n'agissant pas de même pour tout le matériel. Je crois qu'en matière de coloration il vient immédiatement après le Navaschin.

Le liquide de Helly se comporte également bien, tant avec l'hématoxyline qu'avec le Feulgen. Un inconvénient se manifeste qui détruit cet avantage : la contraction épidermique.

Dans certains cas le matériel fixé aux liquides de Bouin a montré de bonnes colorations à l'hématoxyline, mais la coloration de Feulgen ne réussit pas après l'action de ces fixateurs.

Ceci a été également remarqué récemment par L. LISON. Cet auteur indique dans son « *Histochimie animale, méthodes et problèmes* » (1936) que les sujets fixés au Bouin ne peuvent être colorés au Feulgen.

Il a été souvent indiqué que le formol neutre était un excellent fixateur pour les algues vertes. Mais nous ne l'avons trouvé nullement approprié aux Fucacées. Après fixation au formol à 10 %, les noyaux colorés paraissaient très homogènes, leur structure interne n'est plus guère visible, les nucléoles mêmes disparaissant presque entièrement.

La durée des fixations a varié de vingt-quatre à quarante-huit heures. Dans quelques cas, vingt-quatre heures suffisent. Après fixation, le matériel a été lavé à l'eau courante pendant 24 heures, exception faite pour celui fixé au Bouin, qui a été directement passé aux alcools.

INCLUSION

J'ai utilisé, pour tout le matériel étudié, la méthode usuelle à la paraffine. Cette inclusion était particulièrement longue lorsqu'il s'agissait des *Fucus* dont l'épiderme dur est peu perméable. Il n'en est pas de même des *Cystoseira*. Les *Fucus* étaient inclus à la paraffine à 54-55° C; pour les *Cystoseira* une paraffine d'un point de fusion un peu inférieur (52° C) convient. Cette dernière peut être appliquée aux *Fucus* en hiver, mais non en été.

COLORATION

Les méthodes suivantes de coloration ont été employées :

1. Hématoxyline aqueuse ferrique de Heidenhain (1).
2. Hématoxyline glyco-alcoolique ferrique (2).
3. Hématoxyline de Mallory.
4. Coloration de Feulgen.

Tout notre matériel a été coloré avec chacune de ces quatre méthodes.

En ce qui concerne la coloration à l'hématoxyline, cette dernière se fixe dans les tissus fixés, surtout dans ceux du noyau, non seulement à cause de leur contenu en sels organiques et inorganiques, mais sans doute à cause de la présence d'autres éléments organiques apparte-

(1) Eau distillée	100
Hématoxyline	0,5
Cette solution aqueuse est bonne à l'emploi après six semaines.	
(2) Hématoxyline de Grübler	1
Alcool à 95°	10
Glycérine	10
Eau distillée	80
Cette solution est bonne à l'emploi après deux mois.	

nant en propre aux tissus. Ces sels se fixent dans les tissus par l'action des fixateurs et diffèrent selon la nature de ces derniers. De l'action du colorant résulte une combinaison chimique, qui elle aussi peut différer. Les résultats sont excellents en employant l'hématoxyline glyco-alcoolique après n'importe quel fixateur, tandis qu'il n'en est pas de même avec l'hématoxyline aqueuse.

On sait que les colorations nucléaires suivant la technique de Feulgen ont été inventées pour donner une image facilement visible de la constitution du noyau, mais qu'elles donnent aussi une appréciation, plus ou moins parfaite, de la teneur en chromatine. D'après WERMEL, les nucléoles ne réagissent que lorsqu'il y a une faute dans la technique de coloration. Bien que nous ayons pris toutes les précautions recommandées, nous avons remarqué parfois que certaines membranes cellulaires, des hyphes de la moelle et les cuticules des cellules épidermiques, étaient colorées et que quelquefois les nucléoles avaient une légère réaction positive. Mais après le fixateur de FLEMMING, suivi de l'action de l'eau oxygénée, la réaction ne se produit pas. Nous avons noté encore un autre fait : le noyau quiescent ne réagit quelquefois pas. En tout cas, même lorsque la structure de la chromatine était suffisamment déterminée par des observations morphologiques, la coloration de Feulgen se montre très utile pour la coloration du noyau. Ceci a été remarqué également par WESTBROOK (1930) dans son travail sur les Floridées, car il peut arriver qu'il ne soit pas facile de différencier les noyaux par le moyen de l'hématoxyline.

Il a été recommandé de fixer le matériel avec du sublimé acétique et d'éviter avec soin les réactifs fortement oxydants. Mais si après l'emploi du fixateur le lavage a été soigneusement fait, l'emploi de formol dans un fixateur ne gêne pas la réaction.

Les coupes au microtome ont été collées aux lames à l'albumine d'œuf. En aucun cas la gélatine, même formolée ultérieurement, ne peut être substituée à l'albumine de l'œuf, car si les préparations collées à la gélatine sont maintenues dans de l'acide chlorhydrique normal à 60° C, les coupes se détachent des lames avec facilité.

Après collage, les coupes étaient passées au toluène, puis aux alcools, ensuite à l'eau et finalement à l'acide chlorhydrique normal à 60° C.

Par cette méthode, l'acide thymo-nucléique de la chromatine est dédoublé en bases puriques et acide thymique. Ce dernier est très soluble dans l'eau, mais il laisse des résidus insolubles contenant des groupes libres d'aldéhyde. La Fuchsine sulfitée de SCHIFF réagit avec les aldéhydes en donnant des produits de condensation d'un rouge

violacé plus ou moins intense. Dans le noyau, l'apparition de cette coloration révèle donc la présence de chromatine et la coloration est spécifique pour le complexe acide thymo-nucléique.

Tous les fixateurs cités plus haut ont été employés avec succès, sauf le Bouin. La chromatine nucléaire a pris une coloration rouge violet, tandis que le nucléole et le fond restaient incolores. Il faut ajouter ici que, en dehors du noyau, certaines réserves protoplasmiques des cellules âgées et des membranes cellulaires, en particulier la cuticule épidermique, réagissaient positivement en prenant une coloration rose. Dans les cellules où les noyaux sont très petits ces derniers se colorent d'une façon presque homogène et offrent une structure peu nette, ce qui est peut-être dû à une diffusion de la coloration ou à une action peu favorable de l'hydrolyse. Seuls les plus grands noyaux montrent des granules.

Nous avons aussi observé que l'intensité de la coloration augmentait et que les chromosomes étaient fortement colorés dans toutes les divisions, telles que prophase, métaphase, anaphase et télophase.

La technique de la coloration de Feulgen dérive des réactions chimiques indiquées ci-dessus. Nous avons utilisé la méthode suivante dont nous sommes redevables à BAUR (1932), WESTBROOK (1930) et DOUTRELIGNE (1933) :

1° Eliminer la paraffine des coupes par le toluène et les passer successivement aux divers alcools de 100° à 30°.

2° Lavage à l'eau courante pendant environ 10 minutes.

3° Hydrolyser par l'acide chlorhydrique normal :

a) D'abord dans HCl normal à froid..... 1 minute.

b) Puis dans HCl normal à 60° C, dans un tube Borrel bien fermé.

Après fixation par Helly.....pendant 20 minutes.

—	Navaschin	—	16	—
—	Flemming fort et faible.	—	16	—
—	formol	—	16	—

Les durées ci-dessus sont les meilleures pour les *Fucus*, tandis que pour les *Cystoseira* 15 minutes suffisent, quelque soit le fixateur.

4° Traiter à froid par HCl normal pendant..... 1 minute.

5° Colorer à la Fuchsine décolorée; pour les *Cystoseira* pendant 2 heures et pour les *Fucus* 3 heures, dans un tube Borrel bien fermé.

6° Lavage à l'eau bisulfitée fraîchement préparée (dans trois bains successifs) pendant environ 15 minutes.

Eau distillée	200 cc.
Bisulfite de soude sec.....	1 gr.
HCl normal	10 cc.

7° Laver à l'eau courante pendant environ 10 minutes.

8° Passer aux alcools de 30° à 100°, puis au toluène.

9° Monter avec du Dammar préférablement au baume du Canada (1).

Le matériel fixé au Helly est passé au Lugol faible (2) pendant 5 minutes, puis à l'hyposulfite de soude à 0,5 % pendant 10 minutes. Ensuite, rincé à l'eau et placé dans l'acide chlorhydrique normal.

Le matériel fixé au Flemming a été blanchi à l'eau oxygénée, tant pour les colorations à l'hématoxyline qu'à celle de Feulgen.

Pour nous rendre compte rapidement de la présence de mitoses dans le matériel, nous avons employé avec de bons résultats l'hématoxyline de Mallory. Le résultat est ainsi obtenu en 20-25 minutes.

La technique employée était la suivante :

1° Mordançage sur lame pendant 15 minutes au perchlorure de fer à 10 %, qui est rejeté.

2° Sans laver, les coupes sont recouvertes d'une solution d'hématoxyline à l'eau pendant 8 minutes (3).

3° Lavage à l'eau.

4° Différenciation au perchlorure de fer à 0,25 % pendant quelques minutes.

5° Passer aux alcools puis au toluène.

6° Monter au baume du Canada.

Cette coloration bien conduite ne colore que la chromatine, et nous avons obtenu de très bons résultats. Le matériel fixé au formol ne convient cependant pas pour cette coloration.

(1) Réactif de Feulgen :

Eau distillée	200 cc.
Fuch sine basique	1 gr.
Bisulfite de sodium en poudre.....	1 gr.

Eau bouillie versée sur la fuch sine. Puis filtrage et température abaissée à 50° C. Puis addition de HCl. La température est abaissée à 25° C. Puis addition de bisulfite. Conservation dans une bouteille bien bouchée. Après décoloration qui se poursuit pendant environ 24 heures, le liquide est prêt à l'emploi.

(2) Lugol faible :

Eau distillée	100 cc.
Iodure de potassium	2 gr.
Lugol ordinaire	3 gr.

(3) Poudre d'hématoxyline dissoute dans l'eau bouillante préparée juste avant l'emploi. Les proportions exactes importent peu; environ « une pointe de couteau » dans un demi-tube à essai d'eau distillée. Si l'hématoxyline précipite sur les lames, il est nécessaire de changer de nouveau le liquide.

OBSERVATIONS SUR LE NOYAU VIVANT

Nous avons fait quelques observations sur le noyau vivant. Nous l'avons examiné avec et sans coloration des préparations. Dans ce dernier cas, nous avons employé quelques gouttes de bleu de crésyle à 10 % dans quelques centimètres cubes d'eau de mer. Le bleu de crésyle provoque des colorations cytoplasmiques, mais non nucléaires. Le noyau des cellules des poils a été étudié avec et sans coloration.

OPTIQUE ET DESSINS

Toutes mes observations ont été faites avec une optique comprenant l'objectif à immersion de 1/18^e de Nachet et l'oculaire $\times 10$. Les dessins furent tous faits à la chambre claire et grossis ultérieurement pour l'illustration.

CHAPITRE IV

LE NOYAU CHEZ LES CYSTOSEIRA

I. — CYSTOSEIRA FOENICULACEAE GREV.

Cette espèce, souvent confondue avec *C. discors*, espèce méridionale, est une belle plante cespiteuse. Elle se différencie aisément des autres *Cystoseira* de la Manche par sa courte tige et par ses rameaux allongés, distiques, et plus ou moins comprimés. Les rameaux principaux sont rudes et pourvus d'aspérités. Vers la base se rencontre des rameaux courts, plus ou moins foliacés. Les vésicules, qui manquent parfois, sont isolées ou en courtes chaînes.

Dans la Manche, particulièrement dans la région de Dinard où nous avons récolté les individus étudiés, le *Cystoseira foeniculaceae* ne se rencontre que dans les cuvettes des zones moyennes et inférieures de la marée, où il n'est pas rare, car cette plante ne supporte jamais l'exondation à marée basse.

Pour l'étude de ce matériel, nous avons essayé tous les fixateurs cités antérieurement : Flemming (faible), Navaschin, Bouin, Helly et le formol. Nous avons obtenu les résultats les plus satisfaisants avec le Flemming et le Navaschin. Le Helly contracte ce matériel, les cellules se tassent empêchant d'observer clairement leur contenu. Le Bouin ne nous a pas donné de très bons résultats même pour la coloration à l'hématoxyline. Les essais avec le formol nous ont donné les résultats les moins satisfaisants : lorsque le matériel était fixé par ce moyen, l'action de l'hématoxyline ou du Feulgen colorait le noyau d'une façon presque homogène. Il était par suite impossible de faire une distinction entre les nucléoles et les granules de chromatine.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Dans cette région, les noyaux sont exceptionnellement grands, et leur taille varie de 6 à 11 μ . Ils remplissent parfois presque toute la

moitié inférieure des cellules en palissades, qui constituent l'épiderme du thalle. De forme ronde ou un peu ovale, ils sont entourés d'une masse distincte de protoplasme.

Nucléole. — La plus grande partie du contenu du noyau consiste en un grand nucléole sphérique, quelquefois deux (Pl. II, fig. 2). La taille de ce nucléole varie de 2 à 5 μ . L'ensemble des noyaux dans la région méristématique présente tout le caractère frappant de ce type de noyau. La coloration à l'hématoxyline, telle que nous l'employons, donne aux nucléoles une teinte très foncée, mais pas homogène. La portion centrale n'est généralement pas colorée aussi fortement que la périphérie (Pl. II, fig. 1). Dans les coupes fixées et colorées, le nucléole est entouré d'un espace incolore, aréole périnucléolaire, qui nous semble probablement dû à une contraction du nucléole par la technique employée. En effet, l'examen vital du matériel frais ne permet pas d'apercevoir trace de cette aréole.

Réseau nucléaire. — La partie du noyau que nous qualifions de réseau est caractérisée par sa nature extrêmement indistincte. Elle est à peine discernable dans la plupart des cas; ce n'est que très rarement qu'elle est faiblement visible. Il est difficile, pour cette raison, d'en donner une description satisfaisante (Pl. II, fig. 1). De couleur grisâtre, elle occupe toute la cavité du noyau. Aucun fixateur, quelle que soit la coloration subséquente employée, n'a pu la mettre clairement en évidence, et il nous a été impossible de déterminer son exacte relation avec un reticulum nucléaire général. Dans le matériel frais, il est pratiquement indiscernable.

Granules de chromatine. — A l'extérieur du nucléole, nous trouvons les granules de chromatine dispersés sur le réseau et le long de la membrane nucléaire. Ces granules sont extrêmement fins et menus. Ils se colorent en noir franc par l'hématoxyline. Ces granules sont certainement constitués par la chromatine, car le Feulgen, qui est un spécifique de la chromatine, donne dans ces noyaux une image rose clair identique à l'image noire obtenue avec l'hématoxyline (Pl. II, fig. 1).

Membrane nucléaire. — Il n'est pas possible de distinguer clairement la membrane nucléaire, sans doute fort mince, située entre le contenu nucléaire granuleux et le cytoplasme extérieur et ses inclusions. On ne peut la distinguer que faiblement et fort peu distinctement.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Le matériel coloré au Feulgen a donné des résultats satisfaisants après fixation au Flemming et au Navaschin. Il a été déjà exposé que

le Feulgen agit seulement sur la chromatine et ne colore jamais le nucléole. Ce fait donne la possibilité de contrôler quelle est la portion chromatique du noyau. Nous avons trouvé dans certains cas que, lorsque le matériel était coloré à l'hématoxyline, la partie centrale du nucléole était colorée plus légèrement que la périphérie, tandis que dans d'autres cas elle était colorée d'une façon plus homogène. D'autre part, la portion centrale était colorée en jaune verdâtre et la périphérie en verdâtre clair. Cette légère coloration n'implique en rien la présence de substance nucléolaire de la nature de la chromatine, car le Feulgen nous montre le nucléole parfaitement incolore. Un aspect similaire a été observé par MARTENS (1925), dans le noyau vivant de phanérogames.

Avec la coloration de Feulgen, la structure particulière intra-nucléaire connue comme réseau n'a pas été colorée d'une façon homogène. La membrane nucléaire présentait, par contre, une très légère coloration.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Dans la région épidermique, les noyaux sont ronds ou ovales. Plus petits que dans la région du point végétatif, leur taille varie de 3 à 4 μ . En dehors du noyau, les cellules étant bourrées d'éléments figurés, tels que physodes, chromatophores et autres organites cytoplasmiques, il est quelquefois impossible de voir nettement le noyau dans les cellules épidermiques, à cause de la présence de ces substances qui le masquent quelquefois presque totalement.

Nucléole. — Dans le noyau épidermique, les nucléoles ne sont pas exceptionnellement grands comme dans les cellules du point végétatif. Leur taille varie environ de 0,60 à 1 1/2 μ . Comparativement aux dimensions du noyau, ces nucléoles sont extrêmement petits. Ils sont généralement de forme ovale. Dans ce cas aussi on peut rencontrer deux nucléoles par noyau, mais rarement. Colorés à l'hématoxyline, les nucléoles prennent une coloration foncée, mais pas toujours homogène. Comme au point végétatif, sur les coupes colorées, le nucléole est entouré d'une aréole claire et incolore (Pl. I, fig. 3).

Granules de chromatine. — Dans les noyaux de l'épiderme, les granules de chromatine sont beaucoup plus gros qu'au point végétatif. Ils sont cependant en très grand nombre (Pl. I, fig. 3).

Réseau. — Etant donné le très grand nombre de granules de chromatine et leur dimension, il est impossible de voir s'il existe une structure réticulaire de la partie achromatique du noyau (Pl. I, fig. 3).

Membrane nucléaire. — La membrane nucléaire est visible lorsqu'il n'existe pas de substances figurées cytoplasmiques telles que physodes, chromatophores, etc., dans son voisinage immédiat. Contre la partie interne de la membrane, de nombreux granules de chromatine sont étroitement appliqués. Elle est épaisse et prend une coloration foncée à l'hématoxyline.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Avec le Feulgen, le résultat a été pratiquement le même pour le noyau épidermique que pour le noyau du point végétatif. Nous devons cependant ajouter que les granules de chromatine, qui sont plus grands dans les noyaux de cette région, se colorent en rose plus intense.

III. NOYAU DE L'ECORCE.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Plus variable de forme, les noyaux de cette région sont généralement ronds, ovales ou allongés. Leur taille varie de 2 à 5 μ . Les cellules qui les possèdent sont plus claires, peu fournies en éléments figurés, tels que physodes, chromatophores et autres organites cytoplasmiques.

Nucléole, granules de chromatine, etc... — Ici, le nucléole est proportionnellement beaucoup plus petit, encore plus petit que dans la région épidermique. Les granules de chromatine sont peu nombreux. On les trouve sur la membrane nucléaire et sur le réseau. La membrane nucléaire est extrêmement mince; le réseau est à peine visible (Pl. I, fig. 4).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Le résultat est pratiquement le même au Feulgen pour le noyau cortical que pour le noyau du point végétatif et le noyau épidermique: les nucléoles sont incolores, et les grains de chromatine ont la même apparence qu'après coloration à l'hématoxyline.

IV. NOYAU DE LA MOELLE.

Dans la région de la moelle, les noyaux, soit à l'hématoxyline, soit au Feulgen, diffèrent assez peu de ceux de la région corticale. Nous pouvons dire qu'ils sont identiques par leur forme et par leur taille, mais ils sont plus minces et plus clairs dans la moelle et offrent l'apparence d'être plus pauvres en chromatine (Pl. I, fig. 5).

B. — MITOSE SOMATIQUE

Un certain nombre de nos préparations nous ont présenté des noyaux à divers stades de division.

1) *Prophase*. — En prophase précoce, la structure du noyau change et on voit apparaître une structure qui ressemble à des fragments d'abord peu distincts de filaments plus gros à certains points et plus minces à d'autres (Pl. II, fig. 2). Le nucléole reste visible pendant cette phase. Ultérieurement, la chromatine filamenteuse épaissit graduellement et devient nodulaire. Cette structure, qui paraissait continue, commence lentement à se tasser, puis se transforme en plusieurs éléments bien distincts et plus régulièrement allongés. C'est là, en somme, l'individualisation des chromosomes qui présentent une forme en anse courte. A ce stade, le nucléole n'est plus visible. La membrane nucléaire commence à disparaître. Après coloration à l'hématoxyline, le nucléole et la chromatine filamenteuse de la prophase précoce ont des teintes distinctes. En prophase tardive, les structures allongées des chromosomes individualisés sont très nettes. Mais ces chromosomes sont de très petite dimension et sont très nombreux, et leur numération exacte est impossible.

Colorées au Feulgen, les préparations montrent des chromosomes colorés en rose foncé, et l'espace intermédiaire entre eux prend une coloration rose pâle, ce qui peut être dû à une diffusion du colorant plutôt qu'à une diffusion de la nucléine.

2) *Métaphase*. — A ce stade, les chromosomes de la prophase tardive s'amassent graduellement vers une position équatoriale. Au stade le plus précoce, il est difficile de distinguer le fuseau qui, par suite, apparaît lentement. Le fuseau se forme à partir des pôles d'où les fibres se prolongent pour atteindre les chromosomes qui se massent en plaque dans la région équatoriale. La plaque équatoriale est alors formée (Pl. II, fig. 3). Les chromosomes, très nombreux, apparaissent dans cette région assez indistinctement quand on regarde transversalement la plaque. Mais quand on les observe dans l'axe des pôles, ils apparaissent aussi distincts que dans le stade de prophase tardive. Quand ils sont colorés à l'hématoxyline, ils révèlent clairement leur taille et leur forme individuelles dans la plupart des cas. Nous en avons eu de bonnes colorations au Feulgen; les chromosomes étaient colorés en rose foncé.

En métaphase tardive, chacun des nombreux chromosomes se sépare en deux, ce qui double leur nombre, et ils se séparent en deux groupes distincts de chromosomes filles.

3) *Anaphase*. — A ce stade, les deux groupes de chromosomes filles commencent à s'éloigner de leurs positions et émigrent lentement chacun vers un pôle. Ils sont aidés dans ce voyage, soit par une rétraction des fibres en fuseau, soit plutôt parce que la structure orientée les guide dans un sens de moindre résistance. Coloré à l'hématoxyline, ce fuseau fibreux est d'une teinte gris clair, tandis qu'au Feulgen il est parfaitement invisible.

4) *Télophase*. — A ce stade, les deux groupes de chromosomes filles atteignent les pôles et ne sont plus disposés en un plan. A chaque pôle, ils se sont rassemblés en un amas plus ou moins irrégulièrement sphérique. Ces amas, colorés à l'hématoxyline, ont une couleur homogène très noire. On ne peut plus distinguer les chromosomes les uns des autres, quoique, çà et là, on puisse apercevoir un ou deux chromosomes quelque peu isolés de la masse. L'extrémité des bras de certains chromosomes fait saillie en dehors de l'amas chromosomique et appartient à des chromosomes plus lents dans leur voyage commun. Pendant la formation progressive de ces amas, les fibres en fuseau commencent à disparaître. Une nouvelle paroi cellulaire commence à se montrer entre les deux noyaux en formation. Cette paroi cellulaire est probablement dérivée de l'action interne du suc nucléaire ou de la vacuolation du cytoplasme environnant. Les deux amas se gonflent lentement en reconstituant les noyaux avec leur membrane, leurs granulations de chromatine et un ou deux nucléoles, sans qu'il soit possible de préciser le mécanisme de cette reconstitution, vu la trop faible taille des noyaux. La mitose typique s'achève ainsi chez ce *Cystoseira*.



II. — *CYSTOSEIRA MYRIOPHYLLOIDES* SAUVAGEAU

Ce *Cystoseira* cespiteux n'atteint, dans la Manche, qu'une petite taille, inférieure à celle des autres espèces du genre. Son port est bien caractéristique et le fait aisément reconnaître : sa tige principale, dressée, est courte; les tiges secondaires portent des rameaux arrondis et s'écartent souvent en rosette. Il n'existe pas de rameaux foliacés. Aucune partie de cette plante n'est iridescente.

Cette espèce, qui ne supporte pas l'exondation, est localisée dans les cuvettes de la zone supérieure de la marée, tout au moins dans la région malouine où nous avons récolté les individus étudiés. Dans les cuvettes les plus hautes, elle est le seul *Cystoseira* existant; plus bas, elle peut se rencontrer avec *C. foeniculaceae* et *C. granulata*.

Pour ce matériel également, nous avons essayé tous nos fixateurs. Comme pour *Cystoseira foeniculaceae*, nous avons obtenu les meilleurs résultats avec le Flemming et le Navaschin. Le Helly, le Bouin et le formol ont laissé à désirer. Nous avons utilisé l'hématoxyline et le Feulgen comme principaux moyens de coloration.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Les noyaux sont ici exceptionnellement grands. Leur taille varie de 5 à 6 μ . Leur observation n'est pas gênée par la présence, à leur contact, de substances figurées cytoplasmiques. Ils remplissent parfois presque toute la moitié inférieure des cellules épidermiques. Leur forme est ronde ou un peu ovalaire, et ils sont entourés d'une masse de protoplasma.

Nucléole. — Le noyau contient un ou deux nucléoles de forme sphérique et dont la taille varie de 1 à 2 μ , et n'est pas très grande relativement à celle du noyau. Leur coloration à l'hématoxyline n'est pas homogène, la portion centrale est toujours beaucoup plus claire que la région périphérique. Comme chez *C. foeniculaceae*, le nucléole est généralement entouré d'une aréole périnucléaire incolore due probablement à la contraction de la substance du nucléole par le traitement qu'il a subi (Pl. I, fig. 1 et 2).

Substance achromatique. — Cette substance remplit toute la cavité nucléaire autour du nucléole. Elle semble épaisse et grisâtre. Colorée à l'hématoxyline, elle devient gris clair. Elle nous a paru présenter, mais très indistinctement, un fin réseau irrégulier. Ce réseau n'est apparu clairement ni à l'hématoxyline ni au Feulgen. Cette difficulté nous empêche de déterminer s'il s'agit véritablement d'un réseau.

Granules de chromatine. — Ceux-ci, très nombreux, se trouvent en dehors du nucléole et près de la membrane nucléaire. Ils semblent éparpillés sur le réseau mentionné ci-dessus, et ils se colorent en noir franc à l'hématoxyline (Pl. I, fig. 1 et 2).

Membrane nucléaire. — La membrane ne peut se voir parce que les granules de chromatine, très nombreux, lui sont attenant et en recouvrent presque toute la surface interne (Pl. I, fig. 1 et 2).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Comme pour *C. foeniculaceae*, la coloration au Feulgen nous a donné de bons résultats après fixation au Flemming et au Navaschin.

En fait, les résultats diffèrent très peu pour ces deux plantes après coloration au Feulgen. Le seul point qui les différencie, et qui doit être noté spécialement, est que les granules de chromatine sont en contact avec la membrane nucléaire et qu'ils sont tellement serrés qu'ils semblent la former eux-mêmes. La substance achromatique ne s'est pas colorée d'une façon homogène. Ce fait nous paraît confirmer la présence d'une autre substance qui, dans ce cas, constituerait un réseau bien difficile à distinguer nettement.

II. NOYAU DE L'EPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Les cellules de la région épidermique sont très nombreuses; la forme de leur noyau est nettement sphérique et non simplement arrondie. Les noyaux des cellules épidermiques sont généralement beaucoup plus petits que ceux des cellules du point végétatif. Mais les noyaux de la cellule épidermique, spécialement chez cette plante, ne sont réellement pas beaucoup plus petits que ceux du point végétatif. La taille des noyaux épidermiques, chez *C. myriophylloides*, varie de 4 1/2 à 6 1/2 μ . Le noyau n'est relativement vraiment petit que dans les épidermes des régions âgées du thalle.

Nucléole, réseau, etc... — Les nucléoles sont de forme ronde. Leur taille varie de 1 à 2 μ . Dans certains noyaux, les granules de chromatine sont très petits, tandis que dans d'autres ils sont relativement grands; dans les uns ils sont nombreux, dans les autres clairsemés. Le réseau est difficilement visible par suite du nombre et de la grande taille de ces granules. La membrane nucléaire est épaisse et bien visible, de nombreux granules de chromatine sont en contact avec elle (Pl. I, fig. 3).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Le résultat est similaire à celui de *C. foeniculaceae*. La seule différence que nous ayons notée est le grand nombre de grains de chromatine en contact avec le nucléole. Avec cette technique, on les voit très nettement disposés ainsi, car ils sont colorés, tandis que le nucléole reste incolore.

III & IV. NOYAUX DE L'ECORCE ET DE LA MOELLE.

Leur structure se rapproche beaucoup de celle du noyau de *C. foeniculaceae*. Les mêmes résultats ont été obtenus avec l'hématoxyline et le Feulgen (Pl. I, fig. 4 et 5).

Conceptacles. — Dans le stade précoce du conceptacle, il y a deux types de noyaux de dimension différente, l'un a généralement de 6 à 6 1/2 μ , l'autre n'a que 4 à 4 1/2 μ . Le plus grand est du même type que celui du point végétatif, le plus petit de ceux de l'épiderme.

B. — MITOSE SOMATIQUE

1) *Prophase.* — Au stade précoce, le noyau se transforme et prend une structure filamenteuse. Cette sorte de filament irrégulier a des parties épaisses et des parties minces. Le nucléole demeure encore visible à ce stade. Le filament devient peu à peu noduleux, sa longueur se resserre graduellement et se différencie en plusieurs éléments allongés que nous reconnaissons facilement comme des chromosomes. Le nucléole est alors disparu comme s'il avait été résorbé. La membrane nucléaire disparaît également. D'autre part, les éléments épais et allongés qui constituent les chromosomes deviennent de plus en plus distincts. Mais ceci ne signifie pas qu'ils sont de grande taille, ils sont en réalité très petits et très nombreux (Pl. I, fig. 6, 7 et 8).

2) *Métaphase.* — Les chromosomes différenciés sont maintenant plus actifs. Ils s'assemblent et, de part et d'autre de l'amas qu'ils forment, apparaissent deux faisceaux de fibres en fuseau avec leurs extrémités formant deux pôles. Ces pôles semblent être des points supports d'où les fibres s'étendent peu à peu pour atteindre les chromosomes. Ces derniers se disposent alors en une plaque équatoriale (Pl. I, fig. 9 et 10).

Puis les chromosomes se dédoublent et se séparent alors en deux groupes de chromosomes filles, qui forment deux masses distinctes.

Notre matériel, coloré à l'hématoxyline, montre parfois en métaphase tardive un ou deux fragments de nucléole des deux côtés des chromosomes équatoriaux (fig. 1 et 2). Nous avons pu observer de tels fragments dans toutes nos préparations à l'hématoxyline, mais

jamais avec les préparations au Feulgen. Ce ne sont pas des cristalloïdes, qui ne sont généralement colorés que légèrement, tandis que les nucléoles sont colorés d'un noir profond. Ces fragments étant colorés profondément, nous les reconnaissons pour être de nature nucléolaire. De plus,



Fig. 1 et 2

ces fragments n'étant pas visibles lors de la coloration au Feulgen, nous devenons certains que ce ne peuvent être que des nucléoles. En métaphase tardive, ces nucléoles prennent une forme ronde.

3) *Anaphase*. — A ce stade, les deux groupes de chromosomes se comportent comme chez *C. foeniculaceae*. Toutefois, au stade précoce de cette phase, nous ne pouvons plus distinguer les nucléoles ci-dessus signalés. Ils sont peut-être dissimulés par les chromosomes filles. En anaphase tardive, ils redeviennent visibles. Ils apparaissent dans la plaque équatoriale, entre les deux groupes de chromosomes filles. La structure de ces nucléoles est variable; parfois, ils sont arrondis et de taille égale ou inégaux, l'un est gros et l'autre petit. Leur forme aussi peut différer; dans beaucoup de cas, l'un est rond et l'autre allongé (fig. 3, 4 et 6).



En anaphase tardive, on observe souvent trois nucléoles; deux sont ronds tandis que le troisième est exceptionnellement allongé (fig. 5).

4) *Télophase*. — Les deux groupes sont maintenant arrivés aux pôles où ils forment deux masses sphériques. Alors que l'on observe encore des nucléoles au stade de la plaque équatoriale, en télophase tardive ils sont disparus (Pl. I, fig. 12).

—

III. — *CYTOSEIRA GRANULATA* Ag.

Ce *Cytoseira* de grande taille est commun dans les cuvettes des zones moyenne et inférieure de la marée de la région malouine d'où provient le matériel que nous avons étudié. Il se rencontre aussi quelquefois au-dessous du niveau des basses mers, mais, comme la plupart des *Cytoseira*, il ne supporte pas l'exondation. Cette espèce présente une tige principale cylindrique portant des rameaux également cylindriques dont la base est renflée en tophus ellipsoïdes. Ce dernier

caractère, que seule des *Cystoseira* de la Manche elle possède, permet de la distinguer facilement des *C. foeniculaceae* et *fibrosa* avec lesquels elle coexiste souvent dans les cuvettes. Ses ramules présentent des vésicules aérifères ovales, isolées ou en chaînes. Pendant l'hiver et le début du printemps, cette espèce est partiellement iridescente, mais ce caractère lui manque en été, particulièrement sur les côtes de la Manche.

Les mêmes fixateurs n'ont été utilisés que pour *C. foeniculaceae* et *C. myriophylloides*. Le Flemming et le Navaschin nous ont encore donné les meilleurs résultats. Les autres se sont montrés défavorables. L'hématoxyline et le Feulgen ont été nos principaux moyens de coloration.

A. — NOYAU QUIESCENT

1. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

La taille des noyaux de cette région varie en général de 5 à 7 μ . Dans quelques cas particuliers, mais très rares, cette taille peut atteindre 9 μ . A part cette petite différence de dimension, il est similaire à ceux des autres *Cystoseira* déjà étudiés.

Substance achromatique. — De nombreuses structures se rencontrent, qui ressemblent à des fibres irrégulières, que nous ne pouvons considérer comme éléments d'un réseau. Elles sont gris clair après coloration à l'hématoxyline.

Granules de chromatine. — Ceux-ci sont épars sur la substance achromatique. Ils sont quelque peu irréguliers, généralement très fins, mais certains sont comparativement plus gros. Les petits sont noir grisâtre colorés à l'hématoxyline, les plus gros sont noir franc.

Nucléole. — La taille des nucléoles varie généralement de 2 à 3 μ ; les plus gros observés avaient 4 μ . Dans quelques cas, il existe deux nucléoles dans un noyau, mais ils sont alors plus petits et ne mesurent chacun que 1 μ .

Membrane nucléaire. — Cette membrane est visible dans certains cas, invisible dans d'autres, peut-être pour la même raison que chez d'autres *Cystoseira*.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Les résultats de nos observations ne permettent pas de leur attribuer d'autres caractères que chez les autres *Cystoseira* étudiés précédemment.

II. NOYAU DE L'EPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE ET AU FEULGEN.

Mêmes résultats également, sauf que les granules de chromatine sont relativement gros, et que leur numération est possible.

III & IV. NOYAUX DE L'ECORCE ET DE LA MOELLE.

Ils sont les mêmes que chez d'autres *Cystoseira*.

B. — MITOSE SOMATIQUE

En prophase, métaphase et anaphase, le noyau de cette plante subit les mêmes transformations que chez *C. focniculaceae*. La figure 9, pl. I, montre la prophase tardive; la figure 10, pl. II, le stade de la métaphase, et la figure 11 l'anaphase.



Fig. : 7.

8.

9.

Télophase. — Tandis que chez *C. myriophylloides*, deux nucléoles sont visibles en métaphase et en anaphase, chez *C. granulata* on ne peut en observer pendant ces stades. Ils n'apparaissent qu'à la télophase. Ils sont alors ronds et très petits et sont assez éloignés l'un de l'autre; d'autre part, ils sont plus voisins des deux masses de chromosomes (fig. 7, 8 et 9).

—

IV. — CYSTOSEIRA ERICOIDES AGARDH

Ce *Cystoseira*, commun sur les côtes de la France, présente dans la région de Dinard une végétation moins luxuriante que sur le littoral des Côtes-du-Nord et du Finistère. Les individus, peu vigoureux, sont généralement couverts d'épiphytes variés, animaux et végétaux, à l'exception des jeunes ramules. Possédant une robuste tige ligneuse assez rigide et des rameaux rapprochés, il forme de ses ramules carac-

téristiques, épineux et serrés, une touffe compacte, et ne peut être confondu avec aucune autre espèce de ce genre vivant dans la région. Il attire, par ailleurs, l'attention par l'iridescence très marquée de ses ramules.

Assez commun dans les cuvettes de la zone inférieure de la marée, il existe aussi vers la ligne de basse mer et peut supporter l'émersion aux marées de vive eau.

Pour la fixation de ce matériel, les meilleurs résultats ont été obtenus avec le Helly, le Flemming et le Navaschin. Nous n'avons pas obtenu de bon résultat de l'hématoxyline après fixation au Bouin, car les noyaux sont demeurés imparfaitement colorés. Après fixation au formol, le contenu du noyau prend une coloration homogène qui empêche d'en différencier les différents éléments, et, s'il ne produit pas de contraction des cellules centrales et de leurs noyaux, il provoque une contraction de l'épiderme.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Etant donné la petitesse des ramules et leur forme épineuse, il est très difficile d'obtenir une section parfaitement longitudinale du sommet végétatif. Quelques-unes de nos préparations ont été cependant parfaitement satisfaisantes. Les noyaux, dans cette région, sont en général ronds, entourés d'un protoplasma clair et dépourvu de toutes substances figurées telles que physodes, plastes, chromatophores et autres organites cytoplasmiques. La taille-type est de 4 à 4 1/2 μ , exceptionnellement de 5 1/2 μ .

Substance achromatique. — Quelles que soient les fixations et les colorations, la substance achromatique est restée homogène. Malgré une observation minutieuse, nous n'avons pas remarqué trace d'une structure filamenteuse ou réticulée. La coloration à l'hématoxyline a donné une couleur grise. A l'observation vitale, cette substance apparaît aussi homogène, grise et réfringente.

Granules de chromatine. — Ils se trouvent le long de la membrane nucléaire et dans la substance achromatique. Ceux qui sont accolés à la membrane sont petits, arrondis et peu nombreux. Ils sont si étroitement en contact avec la membrane qu'on ne les voit que difficilement et qu'ils semblent faire partie de celle-ci. Les granules qui se trouvent dans la substance achromatique ont l'aspect de fragments de

filaments, et on peut penser qu'ils ont acquis cette forme en se combinant à deux ou trois en un seul, mais les granules de ce type sont rares (Pl. II, fig. 4).

Nucléole. — Il n'en existe qu'un seul dans chaque noyau. Il est de forme ronde et mesure 1 à $2\frac{1}{2}\mu$. Il se colore légèrement au centre et en noir profond à la périphérie, comme chez les autres *Cystoscira*, et il est également entouré d'une aréole périnucléaire incolore (Pl. II, fig. 4).

Membrane nucléaire. — Nous avons déjà mentionné que la face interne de cette membrane était presque entièrement couverte de granules de chromatine. Là où elle est visible, elle est mince et se colore en gris à l'hématoxyline (Pl. II, fig. 4).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

La substance achromatique est très homogène après cette coloration. Les granules de chromatine, le long de la membrane nucléaire et dans la substance achromatique, se colorent en rose foncé. Le pourtour du nucléole se colore en rose clair et le centre en jaune-vert pâle. La coloration rose de la périphérie nucléolaire est due vraisemblablement aux chromatines qui entourent les nucléoles, car la substance nucléolaire ne réagit pas au Feulgen. Seuls des chromatines peuvent être rendus responsables de cette coloration.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Le noyau épidermique a une structure qui diffère totalement de celle du noyau du point de vue végétatif. Sa taille moyenne, également différente, est plus petite et n'atteint que 3 à 4μ . Il est environné de nombreuses substances cytoplasmiques, telles que physodes, plastides, etc.

Substance achromatique. — Coloration gris clair à l'hématoxyline.

Granules de chromatine. — Leur nombre est comparativement restreint dans le noyau-type de cette région. Tandis qu'au point végétatif ils sont nombreux et dispersés contre la membrane nucléaire et dans la substance achromatique; ici, ils sont peu nombreux, 4 ou 5 environ, et ils sont accolés à la membrane nucléaire. Ils sont de grande taille, presque aussi grands que le nucléole. Dans l'épiderme jeune, ils sont en général d'une taille telle qu'il est presque impossible de les

distinguer du nucléole. Par contre, dans des régions épidermiques vieilles ou très jeunes, cette distinction n'est pas très difficile. Dans les vieilles régions épidermiques, le nucléole est petit, mais toutefois plus gros que les granules de chromatine, et, dans le très jeune épiderme, le nucléole est très gros et les grains de chromatine très petits. Il présente une coloration noire intense coloré à l'hématoxyline, et, sans la présence d'une aréole incolore périnucléaire, il serait difficile de le distinguer des grains de chromatine (Pl. II, fig. 5).

Nucléole. — Un seul nucléole, qui mesure en général $1\ \mu$, et qui est habituellement situé au centre du noyau (Pl. II, fig. 5).

Membrane nucléaire. — Cette membrane, dans les noyaux des tissus épidermiques, est épaisse, régulière et claire (Pl. II, fig. 5).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

La substance achromatique est d'un rose clair, les granules de chromatine sont d'un rose foncé. Il est très facile de compter ces derniers, car le nucléole demeure incolore. Leur nombre est de 5 à 11. La membrane nucléaire ne réagit pas.

III & IV. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Les noyaux de ces deux régions sont très semblables. De forme ronde ou ovale, ils mesurent de 3 à $4\ \mu$. Ils sont très petits comparativement aux cellules qui les contiennent. Ils sont complètement dégagés des substances figurées cytoplasmiques.

Substance achromatique, granules de chromatine, etc. — Cette substance achromatique est très claire et ne laisse aucun doute quant à sa nature homogène. Comme dans l'épiderme, les granules de chromatine sont ici également très gros. Ils sont nettement visibles par suite de leur disposition isolée dans la substance achromatique. D'un noir profond, colorés à l'hématoxyline dans les tissus jeunes, ils sont moins noirs dans les tissus âgés. Le nucléole est petit et sa taille varie de $1/2$ à $1\ \mu$. Il prend une couleur foncée dans les tissus âgés comme dans les jeunes. La membrane nucléaire est très mince, beaucoup plus mince que celle des noyaux des cellules du tissu épidermique, et est d'un gris faible (Pl. II, fig. 6, 7 et 8).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

La substance achromatique est aussi homogène colorée au Feulgen qu'à l'hématoxyline. Les granules de chromatine sont rose foncé; la membrane nucléaire ne prend aucune coloration.

B. — MITOSE SOMATIQUE

Nous n'avons observé que deux phases nettes de cette division, et elles n'ont pu être étudiées que dans les parois du conceptacle jeune.

1) *Prophase*. — Dans cette phase, la structure du noyau se transforme et offre de gros nucléoles et des fragments isolés de filaments successifs de chromatine. La membrane nucléaire disparaît totalement et le nucléole, à son tour, cesse d'être discernable au cours de cette phase. Il se peut qu'il soit entièrement dissimulé par les fragments de filaments et qu'il se résorbe. Pendant la dernière période de la prophase, ces épais fragments s'amincissent et se raccourcissent; leur nombre semble plus élevé (Pl. II, fig. 9 et 11).

La coloration des chromosomes est d'un noir profond à l'hématoxyline et d'un rose foncé au Feulgen.

2) *Métaphase*. — Comme chez *C. myriophylloides*, on remarque deux nucléoles qui apparaissent des deux côtés des chromosomes équatoriaux. Les fibres, en fuseau, sont bien visibles, colorées faiblement en gris par l'hématoxyline (Pl. II, fig. 11 et 12).

CONCLUSIONS

L'étude nucléaire des *Cystoseira* considérés nous montre donc que *C. foeniculaceae*, *C. myriophylloides* et *C. granulata* ont une grande ressemblance en bien des points importants. Les noyaux de ces trois espèces appartiennent au type réticulé et possèdent de fins et nombreux granules de chromatine disposés en réseau. Le noyau du *C. ericoides* se différencie de celui des trois premiers et appartient au type granuleux, car au lieu de contenir un réseau, il possède des granules de chromatine peu nombreux et relativement grands, répartis çà et là dans la substance nucléaire. Il peut en quelque sorte être rapproché du type de noyau à prochromosome. Les noyaux de la région du point végétatif sont relativement grands. En fait, plus nous nous rapprochons de la moelle, en partant de l'épiderme, plus petits sont les noyaux. Ceux de l'épiderme sont tassés dans les cellules par d'abondantes substances figurées de nature cytoplasmique, qui souvent re-

couvrent presque ces noyaux, mais ce fait s'observe plutôt dans la région épidermique que dans l'écorce ou dans la moelle. Dans la moelle, les noyaux sont presque isolés des organites cytoplasmiques et même totalement isolés dans certains cas.

La substance achromatique, réfringente et grisâtre, que renferment tous les noyaux, est pourvue d'une structure réticulée plus ou moins nette et souvent fort peu visible, sauf chez *C. ericoides*, qui semble optiquement vide.

De fins et nombreux granules de chromatine sont invariablement disposés sur ce réseau, non loin de la membrane nucléaire et également en contact avec la membrane nucléaire. Le noyau de *C. ericoides* diffère aussi sur ce point de celui des autres *Cystoseira* étudiés, car il contient un nombre de granules de chromatine comparativement restreint. Dans les autres *Cystoseira*, où les granules peu homogènes sont très nombreux, leur nombre, leur forme et leur taille diffèrent dans les différentes régions du thalle. Ils sont peu nombreux et petits au point végétatif. Dans la région épidermique, ils sont plus grands et plus épais que dans l'écorce et dans la moelle. Leur nombre semble décroître de l'épiderme vers l'écorce et la moelle. Ils semblent également décroître en longueur, épaisseur et colorabilité.

Chez *Cystoseira*, chaque noyau contient en général un nucléole, bien que dans quelques cas on en rencontre deux. Nous n'avons pas observé un seul noyau possédant plus de deux nucléoles. Chez *C. foeniculaceae*, le nucléole est généralement de plus grande taille que chez les autres *Cystoseira*. Dans nos préparations, la portion centrale du nucléole était toujours plus légèrement colorée que la périphérie.

La membrane nucléaire n'est pas également distincte dans les noyaux des divers tissus. Elle est très fine et presque indiscernable dans le noyau du point végétatif. Mais elle est relativement épaisse dans le noyau de la région épidermique et y est bien visible quand elle n'est pas trop proche des physodes, plastes et autres substances cytoplasmiques, qui bourrent les cellules, ou couverte sur sa face interne par de nombreux granules de chromatine. Elle apparaît de plus en plus mince au fur et à mesure que nous avançons de l'épiderme et de la région corticale vers la moelle.

Dans notre étude de la mitose, nous avons observé au premier stade ou prophase la formation progressive des chromosomes. La structure, qui apparaît d'abord comme un réseau pâle, presque invisible, avec de nombreux granules flottant sur lui, semble se résoudre lentement en une structure fine et ténue. Cette transformation se fait simultanément avec une disparition graduelle de la membrane nucléaire. Cette membrane semble se fondre avec le réseau avant la différenciation des chromosomes.

Le second stade ou métaphase, que nous avons observé, est caractérisé par la formation des chromosomes filles. Ils naissent après que les chromosomes mères se sont rangés en plaque et sont entraînés ou dirigés par les fibres en fuseau qui s'étendent depuis les deux pôles. Les chromosomes filles se séparent bientôt en deux groupes et les fibres du fuseau continuent à s'étendre jusqu'à eux. En même temps, deux nucléoles apparaissent subitement chez le *Cystoseira myriophylloides* et le *C. ericoides* des deux côtés des masses chromosomiques. Chez la première plante, ils demeurent visibles au stade tardif, tandis que chez la seconde, ils disparaissent à nouveau avant la fin du stade.

Le troisième stade, anaphase, est caractérisé par la migration des deux groupes, qui se séparent l'un de l'autre dans la région équatoriale et se dirigent vers les pôles comme s'ils étaient guidés par les fibres du fuseau. Sauf chez *Cystoseira myriophylloides*, nous n'avons pas observé de nucléole auprès d'aucun groupe de chromosomes ayant achevé leur migration.

Le quatrième stade est caractérisé par la naissance graduelle de deux nouvelles cellules aux dépens de ces deux groupes. Les fibres fusoriales disparaissent bientôt, elles sont peut être absorbées dans le processus de formation des deux cellules, tandis qu'en leur centre se forme la nouvelle paroi cellulaire. Séparées par cette paroi, les deux cellules atteignent lentement leur forme normale. Pendant tout le premier stade de la télophase, nous avons toujours observé deux nucléoles chez *Cystoseira myriophylloides*, alors que chez *C. granulata*, c'est subitement que deux nucléoles apparaissent dans la région équatoriale auprès des groupes de chromosomes.

CHAPITRE V

LE NOYAU CHEZ LES FUCUS

V. — *FUCUS PLATYCARPUS* THUR.

Le *Fucus platycarpus*, plante de taille relativement médiocre, est l'espèce du genre qui remonte le plus haut dans la zone de la marée. Il forme une zone étroite immédiatement au-dessous de celle de *Pelvetia*. Non seulement il est exondé à chaque marée, mais, en morte-eau, il peut rester asséché pendant plusieurs jours. Son thalle coriace, dichotome, plat, privé de vésicules aérifères, est muni d'une nervure très nette qui demeure seule à la base de la plante. Les extrémités fertiles du thalle sont très nettement différenciées en conceptacles ovales, très renflés, gonflés de mucilage, et qui portent de nombreux conceptacles hermaphrodites. Ces réceptacles, toujours marginés, suffisent à caractériser l'espèce.

Le matériel étudié est de la forme *typica*, très commune dans la région de Dinard, et non de la forme *spiralis*, dont l'identité spécifique avec la forme *typica* n'est pas certaine.

Parmi tous les fixateurs utilisés, le Bouin, le Navaschin et le Helly nous ont donné les résultats désirés. Nous avons employé les combinaisons suivantes de fixateurs et de colorants :

Bouin à l'eau de mer et hématoxyline glyco-alcoolique. Navaschin et hématoxyline à l'eau. Navaschin et Feulgen. Helly et hématoxyline. Helly et Feulgen.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Comparativement aux dimensions des cellules, les noyaux des cellules épidermiques ne sont pas très grands, mais ce rapport est remarquablement frappant comparé à celui de la cellule apicale.

La taille moyenne du premier type de noyau est de $6\ \mu$, celle du dernier est de $7\ \mu$. Le premier est rond ou ovalaire, tandis que le deuxième est rond ou allongé. Les noyaux des cellules sous-épidermiques mesurent de $4\ 1/2$ à $5\ \mu$. Ils sont aussi entourés de physodes, de plastes, etc. Le noyau apical se colore plus légèrement à l'hématoxyline. Ceux des cellules épidermiques sont un peu plus foncés et les noyaux des cellules sous-épidermiques se colorent encore plus intensément, noyau apical (Pl. III, fig. 1) ; noyau épidermique (Pl. III, fig. 2) ; noyau d'une cellule du point végétatif (Pl. III, fig. 3).

Substance achromatique. — Elle est très visible dans le noyau de la cellule apicale. Elle se colore en gris très pâle. Elle n'est pas visible dans les deux autres noyaux.

Réseau chromatique. — Il remplit toute la cavité du noyau, mais il n'est que faiblement visible dans le noyau de la cellule apicale, où seules quelques fibres sont perçues. Il est très nettement visible dans les cellules épidermiques et s'y colore en gris par l'hématoxyline. Il est également visible dans le noyau des cellules sous-épidermiques et s'y colore en noir opaque par l'hématoxyline.

Nucléole. — Quoiqu'il n'y ait en général dans les noyaux du *Fucus platycarpus* qu'un nucléole par noyau, on en rencontre quelquefois deux. De forme arrondie, sa taille, relativement petite, varie de 1 à $1\ 1/2\ \mu$. Pour le reste, ses caractères sont les mêmes que chez *Fucus serratus* (Pl. III, fig. 1 et 3) et montre deux nucléoles dans le même noyau.

Membrane nucléaire. — Elle est très fine et peu distincte dans la cellule apicale. Elle est nettement visible dans les cellules épidermiques et encore plus nette dans les cellules sous-épidermiques. Elle présente une coloration relativement foncée due peut-être à son épaisseur.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Nous avons fait remarquer que le réseau de chromatine des noyaux de la cellule apicale est trop ténu pour être bien visible, il ne se colore du reste qu'en rose pâle. Dans les noyaux des deux autres types de cellules, ce réseau se colore en rose foncé. La pâle couleur du nucléole est identique dans tous les cas.

II. NOYAU DE L'EPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Le noyau se montre rond ou ovale et mesure $5\ \mu$ en dimensions

moyennes. Il n'est guère plus petit que celui du point végétatif et est entouré des organites cytoplasmiques.

Substance achromatique. — Cette substance n'est pas discernable à cause du réseau chromatique qui la masque (Pl. III, fig. 2).

Réseau de chromatine. — Tout comme au point végétatif, le réseau de chromatine remplit toute la cavité du noyau, mais la substance réticulée est ici plus épaisse et plus serrée qu'au point végétatif. Il se teinte en noir profond. En plus de ce réseau, il faut noter la présence de granules distincts de chromatine au contact de la membrane nucléaire et autour du nucléole (Pl. III, fig. 2).

Nucléole. — Les noyaux épidermiques contiennent aussi un nucléole, quelquefois deux. Ce nucléole n'est pas très gros et ne mesure en général que $1\ \mu$. D'un noir homogène, il est aussi entouré d'une aréole périnucléaire incolore. Il est situé au centre du noyau.

Membrane nucléaire. — Elle est nettement visible et est plus épaisse que celle du point végétatif.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Le noyau de l'épiderme âgé se comporte autrement que celui de l'épiderme jeune. Le premier ne réagit pas; son contenu, à l'exception du nucléole, se colore en brun rosé homogène. Le second réagit comme au point végétatif.

III & IV. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE

Les noyaux sont presque semblables dans ces deux régions. Ils sont ronds, ovales, allongés ou triangulaires et mesurent de $2\ 1/2$ à $4\ \mu$. Ils sont dégagés de toutes substances cytoplasmiques externes.

Réseau de chromatine. Nucléole. — Le réseau est très fin. Il supporte de nombreux petits granules de chromatine très colorés par le Feulgen. Les granules et le réseau de chromatine présentent la même coloration foncée par l'hématoxyline, ce qui rend leur observation difficile. Le nucléole mesure environ $0,5\ \mu$. La membrane nucléaire est mince mais bien visible. La seule différence est que la membrane nucléaire et le réseau de chromatine sont plus fins et moins épais dans les noyaux de la moelle que dans les noyaux corticaux. Leur coloration est aussi moins intense que dans le noyau cortical. Cette coloration n'est que gris pâle (Pl. III, fig. 4 et 5).

B. — MITOSE SOMATIQUE

1) *Prophase*. — A ce stade, le réseau de chromatine est dissocié et ne laisse observer que des filaments de chromatine dispersés à l'intérieur de la membrane nucléaire. Cette membrane devient peu à peu plus mince et moins visible. Seuls quelques filaments de chromatine qui lui demeurent accolés la font paraître çà et là plus visible. Le nucléole demeure toujours visible (Pl. III, fig. 6). Après ce stade, la membrane nucléaire devient visible. Après la disparition de cette membrane, les filaments de chromatine sont irrégulièrement dispersés et peuvent être nettement reconnus comme des chromosomes individualisés. Une irrégularité de répartition peut être notée pour quelques chromosomes qui se trouvent en dehors de la région qui était limitée précédemment par la membrane nucléaire. Le nucléole est encore visible. A un stade subséquent, les chromosomes sont plus nets et plus réguliers, et le nucléole a totalement disparu (Pl. III, fig. 7).

2) *Métaphase*. — L'amas des chromosomes est alors plus resserré (fig. 16). Mais les fibres fusoriales n'apparaissent pas avant que cet amas se soit encore resserré en une figure allongée (Pl. III, fig. 8 et 9). A ce stade, après coloration à l'hématoxyline, on peut nettement distinguer deux petits points opaques situés aux deux pôles. Dépourvus d'aster, on ne peut cependant les considérer comme de vrais centrosomes. Les fibres fusoriales se colorent en gris clair. Après l'action du Feulgen, les deux points ci-dessus et les fibres fusoriales ne se colorent pas (Pl. III, fig. 8 et 9, à l'hématoxyline). A un stade plus tardif, les chromosomes se dédoublent comme dans d'autres plantes et se séparent ensuite en deux groupes parallèles formés des chromosomes filles.



Fig. : 10.

11.

3) *Anaphase*. — Cette phase est caractérisée par la migration des chromosomes vers les pôles. Les corpuscules punctiformes des pôles demeurent. Les Pl. III, fig. 7 et fig. 10 et 11, montrent cette migration. Les fibres fusoriales sont toujours visibles.

4) *Télophase*. — Les chromosomes se sont massés en deux amas aux deux pôles. Les points (centrosomes douteux) ne sont plus visibles (Pl. III, fig. 12). Les extrémités des anses des chromosomes

massés hérissent encore les amas chromosomiques vers l'équateur. Les fibres fusoriales pâlisent graduellement et deviennent à peu près invisibles.

VI. — *FUCUS LUTARIUS* Kütz.

Le *Fucus lutarius* Kütz. est la seule espèce française du genre, qui présente une vie exclusivement limicole, et dont les thalles, jamais fixés sur un substratum solide, sont simplement implantés plus ou moins profondément dans la vase. De petite taille, le thalle, aux divisions étroites et dichotomes, montre une nervure assez marquée; les divisions en sont toujours plus ou moins étroitement spiralées. Rarement fructifère, cette espèce est dioïque. Ses réceptacles terminaux sont petits et, bien que renflés, dépourvus de mucilage intérieur. Quelques auteurs ont voulu ne voir dans cette espèce qu'une adaptation limicole du *Fucus vesiculosus*, mais cette opinion est certainement erronée; la numération de ses chromosomes, que nous avons pu réaliser, vient à l'appui de cette opinion.

Cette espèce, très localisée, se rencontre, sur les grèves de vase plus ou moins ferme, vers le haut de la zone de la marée, souvent en mélange avec les *Spartina stricta* Roth. Les individus étudiés viennent principalement des îles Chausey, localité-type de l'espèce, mais nous en avons étudié quelques-uns venant du Croisic, qui se sont montrés identiques à ceux de Chausey.

Sur ce matériel, nous avons essayé aussi tous les fixateurs et colorants. Seules les combinaisons suivantes ont donné les résultats désirés :

Bouin à l'eau douce et hématoxyline; Bouin à l'eau de mer et hématoxyline; Navaschin et hématoxyline; Navaschin et Feulgen.

Le Bouin avec le Feulgen ne donne pas toujours de bons résultats. Le Helly et le Flemming ont le défaut de contracter l'épiderme. Comme pour toutes les Fucacées étudiées, le formol s'est montré un mauvais fixateur.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

C'est dans cette région que les noyaux sont les plus grands. Dans les cellules épidermiques et dans les cellules sous-épidermiques, ils sont de taille et de forme semblables. Ils mesurent de 4 à 5 μ ; ils sont, en général, ronds ou ovales. Chez cette plante, le noyau, assez dégagé, n'est pas étroitement entouré par les organites du cytoplasme.

Substance achromatique. — Cette substance n'est pas visible, parce qu'elle est dissimulée par le réseau et les granules de chromatine.

Réseau de granules de chromatine. — Ce réseau est très nettement visible. Il prend une coloration grise brillante à l'hématoxyline. De nombreux granules de chromatine, irréguliers en taille et en forme, y adhèrent. La plupart de ces granules sont très petits. Mais certains, cependant, sont plus gros et diffèrent de forme. Ils sont ronds, allongés, triangulaires ou en forme de V, mais diffèrent peu de taille, chacun mesure environ $1\ \mu$. On en rencontre aussi contre la membrane nucléaire. Le nombre des plus gros de ces granules varie de 12 à 16 dans chaque noyau. Ils se colorent en noir intense à l'hématoxyline (Pl. IV, fig. 1).

Nucléole. — Comme dans les autres Fucacées, le noyau contient, ici encore, un ou parfois deux nucléoles. Celui-ci est toujours de forme ronde. Sa taille diffère peu, qu'il soit seul ou à deux dans un noyau. Il est aussi gros que les plus gros des granules de chromatine, et, s'il ne présentait pas une aréole périnucléaire incolore, il serait très difficile de le distinguer de ces granules (Pl. IV, fig. 1).

Membrane nucléaire. — Elle est fine et bien visible dans certains cas. Elle se colore en noir à l'hématoxyline. Sa forme paraît assez régulière, mais cela est dû à la présence des granules de chromatine qui y adhèrent.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Le réseau de chromatine est nettement visible. Il prend une couleur rose. Les granules de chromatine proprement dits prennent une couleur rose foncé.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Les noyaux épidermiques sont de forme ronde ou ovale et mesurent de 4 à $5\ \mu$.

Substance achromatique. — Ici aussi, cette substance n'est pas visible comme chez d'autres Fucacées.

Réseau et granules de chromatine. — Le réseau de chromatine est très dense dans cette région. Il porte de nombreux granules de chromatine, grands et petits. Les plus grands ont une taille particulièrement exceptionnelle. Nous n'en avons pas observé de semblables chez les autres Fucacées. Ils sont de formes variées, ronds, ovales et triangulaires. Ils sont plus petits dans les noyaux d'épidermes âgés que dans ceux des jeunes épidermes. On les rencontre aussi bien contre la membrane nucléaire que dans la région périphérique du noyau (Pl. IV, fig. 2).

Nucléole. — Chaque noyau contient un ou deux nucléoles, dont la taille n'excède pas $1\ \mu$, même s'il existe deux nucléoles dans un même noyau. Quand il n'y a qu'un seul nucléole, il occupe le centre du noyau, et quand ils sont deux, ils sont également centraux, mais légèrement espacés.

Membrane nucléaire. — Elle est épaisse, bien visible et tout à fait semblable à celle des autres Fucacées.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Les granules de chromatine prennent une couleur rose foncé. Ils sont bien individualisés, et on peut les compter aisément. Leur nombre varie de 3 à 7 par noyau.

III & IV. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE.

Ils sont pareils dans ces deux régions et mesurent de 3 à $4\ \mu$. De forme ronde, ovale ou allongée, ils sont dégagés de toute substance cytoplasmique.

Réseau et granules de chromatine. — Ce réseau, très fin, ne se colore que faiblement, aussi bien à l'hématoxyline qu'au Feulgen. Les granules de chromatine sont presque tous très petits. On ne peut que rarement en trouver d'un peu plus gros. L'hématoxyline et le Feulgen colorent les granules du noyau de la moelle plus faiblement même que dans le noyau cortical. Le nucléole y est trop petit pour qu'on puisse l'observer après coloration au Feulgen. La membrane nucléaire est extrêmement fine et ne supporte pas de granules de chromatine (Pl. IV, fig. 4 et 5).

B. — MITOSE SOMATIQUE

1) *Prophase.* — Le changement d'aspect du noyau est très frappant. La membrane nucléaire a disparu. On observe distinctement de nombreux fragments de chromatine ressemblant à des filaments de forme et de taille variées. Ils ne sont pas très étroitement serrés. Leurs formes semblent montrer qu'ils ont fait partie du réseau de chromatine. Cependant, certains, très petits, sont ronds. Mais nous sommes certains que ce ne sont pas des nucléoles, car, contrairement aux nucléoles, ils se colorent au Feulgen, et, colorés à l'hématoxyline, ne montrent pas de surface incolore nette à leur pourtour (fig. 1). A une phase plus tardive, ces fragments filiformes deviennent plus courts et plus gros (Pl. IV, fig. 6).

2) *Métaphase*. — Les chromosomes sont alors très resserrés et forment une seule masse d'où font saillie quelques bras. Nous n'avons pas observé de fibres fusoriales à ce stade (Pl. IV, fig. 7). L'espace autour de l'amas est toujours optiquement vide. En métaphase tardive, les fibres fusoriales sont apparues et s'étendent des deux pôles jusqu'à la masse chromosomique. On observe à chaque pôle un point noir, pseudo centrosome (Pl. IV, fig. 8). La plaque équatoriale que forme alors l'amas de chromosomes au milieu du fuseau est assez plate et très large.

3) *Anaphase*. — Les chromosomes sont alors dédoublés et les deux groupes de chromosomes filles émigrent normalement vers les pôles. Les deux points sont toujours visibles aux extrémités du fuseau. La région équatoriale est toujours remarquablement élargie (Pl. IV, fig. 9 et 10).

4) *Télophase*. — Les deux groupes arrivés aux deux pôles, les fibres fusoriales sont encore visibles quoique très faiblement, mais les deux points ont disparu, probablement résorbés (Pl. IV, fig. 11).

En télophase tardive, des traces de fibres fusiformes peuvent encore être trouvées, mais seulement près des deux groupes. Ces fibres ne sont pas plus visibles dans la région équatoriale, où la paroi cellulaire nouvelle apparaît comme une ligne (Pl. IV, fig. 12). Ultérieurement, chacun des deux groupes de chromosomes a acquis une apparence homogène en forme de corps arrondi. Aucune trace ne subsiste des fibres fusiformes. La paroi cellulaire est devenue très marquée et les deux cellules filles sont individualisées.



VII. — *FUCUS VESICULOSUS* LINN.

Le thalle de *Fucus vesiculosus* présente des variations importantes de taille et d'aspect, suivant la ramification, la largeur relative aux rameaux, la teinte, la présence ou l'absence de vésicules aérifères, etc., et il est fort possible que sous son nom plusieurs bonnes espèces soient encore confondues. Nous n'avons étudié que la forme-type, caractérisée principalement par la présence constante de vésicules disposées généralement par paire de part et d'autre de la nervure médiane. Son thalle est ramifié par dichotomie. Les extrémités des rameaux fertiles sont différenciées en réceptacles ovoïdes, ou allongés, assez souvent bifurqués. L'absence de marge à ces réceptacles et la présence de vésicules aérifères permettent de le distinguer aisément des autres *Fucus* des côtes françaises. Cette espèce est dioïque. Il se rencontre communément vers la mi-marée, et remonte jusqu'au niveau du *Fucus platy-*

carpus. Il ne peut supporter une immersion continue et ne se rencontre jamais dans les cuvettes du niveau où il vit.

Nous avons employé les mêmes combinaisons de fixateurs et de colorants que pour *F. platycarpus*. Nous avons observé une même contraction dans l'épiderme comme chez *F. serratus*, contraction qui ne se produit pas chez *F. platycarpus*.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Le noyau, relativement gros, occupe presque le tiers des cellules épidermiques. Le noyau des cellules sous-épidermiques est, par contre, petit. Ces deux types de noyaux sont tous deux ronds ou ovales. La taille des premiers est de 5 à 6 μ , celle des seconds de 4 à 5 μ . Les noyaux du premier type ne se colorent pas tous de façon identique. Le noyau des cellules immédiatement en contact avec la cellule apicale se colore assez faiblement, tandis que les suivants se colorent intensément. La faible coloration de ce noyau semble due à une très fine structure de son contenu. Mais ces deux types de noyaux peuvent également se diviser (Pl. V, fig. 1, 2 et 3).

Substance achromatique. — Elle n'est pas visible, car elle est dissimulée par le réseau de chromatine décrit ci-après.

Réseau de chromatine et granules de chromatine. — Ce réseau est visible dans le type de noyau le plus transparent. Il occupe toute la cavité du noyau et dissimule la substance achromatique. Il ne présente pas une structure très régulière, ainsi qu'on peut le constater le plus souvent. Il n'est pas aussi fin que chez *F. serratus* et *F. platycarpus*. Il se colore plus intensément et est plus net et mieux marqué que chez les deux autres espèces. Les granules de chromatine sont répartis sur lui, le long de la membrane nucléaire et autour du nucléole. Ces granules sont aussi de coloration foncée (Pl. V, fig. 1, 2 et 3).

Nucléole. — Chaque noyau contient un et parfois, quoique rarement, deux nucléoles. Bien que les noyaux montrent, après coloration, deux types distincts, les nucléoles ne se différencient pas les uns des autres. Ils sont ronds et mesurent en général 1 μ . Ils se teintent soit en noir homogène, soit en teinte plus claire au centre qu'à la périphérie. Lorsque les granules de chromatine sont dans le voisinage intime d'un nucléole, celui-ci semble présenter une forme très irrégulière, car il

est difficile de distinguer du nucléole les granules qui sont en son contact, tous deux étant colorés également par l'hématoxyline (Pl. V, fig. 2 et 3). Mais on les distingue aisément par la coloration de Feulgen, qui colore exclusivement la chromatine.

Membrane nucléaire. — Elle est épaisse et se colore en noir à l'hématoxyline. Son aspect irrégulier est dû aux granules de chromatine en son contact.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Nous avons déjà mentionné qu'il y a deux types de noyaux, l'un le plus proche de la cellule apicale et qui se colore très faiblement, et l'autre dans son voisinage dont la coloration est plus accentuée. Le Feulgen en colore très nettement le réseau chromatique. Dans quelques cas, lorsque le réseau de chromatine est très dense, le nucléole n'est plus visible.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ À L'HÉMATOXYLINE.

Selon l'âge du tissu, on observe deux réactions colorées différentes. Le noyau de la vieille cellule épidermique ne se colore que légèrement, tandis que celui de la jeune cellule épidermique prend une teinte foncée. Ils sont ronds ou ovales et ont de 4 à 5 μ .

Substance achromatique. — Elle n'est pas discernable pour la même raison que ci-dessus.

Réseau et granules de chromatine. — La chromatine réticulée est plus épaisse et plus foncée dans les noyaux des jeunes thalles que dans ceux des vieilles cellules où elle n'est pas nettement perçue. On observe souvent la présence de granules de chromatine de taille et de forme diverses sur ce réseau et également en contact avec la membrane nucléaire (Pl. V, fig. 4).

Nucléole et membrane nucléaire. — Le nucléole est ovale et mesure 1 μ . Il présente les mêmes colorations qu'au point végétatif. La membrane nucléaire est plus épaisse dans le noyau des cellules jeunes que dans celui des cellules âgées.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Les observations faites sont les mêmes que chez *F. serratus*.

III. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE.

Les noyaux, dans ces deux régions, sont très semblables de taille et de forme, et ne diffèrent que par l'intensité de la coloration qu'ils prennent, la ténuité de leur structure et la quantité de granules de chromatine qu'ils contiennent (Pl. V, fig. 5 et 6).

Réseau et granules de chromatine, etc. — Dans ces tissus, le réseau de chromatine est plus fin et se colore moins que celui des noyaux épidermiques; mais les granules de chromatine sont plus épais dans les noyaux du tissu cortical que dans ceux de la moelle. Ces granules se colorent en noir dans les noyaux de l'écorce et seulement en gris foncé, à l'exception de quelques-uns plus grands, dans le noyau de la moelle. On remarque également une coloration plus intense des nucléoles des noyaux corticaux que de ceux des noyaux de la moelle. La membrane nucléaire est très semblable à celle des deux autres *Fucus* étudiés.

Au Feulgen, le noyau de la moelle se colore de façon plus vive et plus nette que le noyau cortical. Les noyaux de la région corticale prennent parfois une coloration rose générale. Ce fait est dû peut-être à l'abondance de granules de chromatine trop fins pour être perçus isolément.

B. — MITOSE SOMATIQUE

1) *Prophase*. — Ce stade est très analogue au même stade déjà décrit chez *F. serratus*. Toutefois, nous n'avons pas observé, comme dans les autres espèces, la présence d'un nucléole. Les fragments de chromatine, semblables à des filaments, deviennent plus épais et plus trapus à chaque phase successive. Dans la dernière phase, la membrane nucléaire disparaît complètement et les fragments se différencient en chromosomes. On les distingue alors très nettement les uns des autres (Voir Pl. V, fig. 7 et 8).

2) *Métaphase*. — Les chromosomes se tassent progressivement et, simultanément, apparaissent des fibres fusoriales extrêmement fines. Elles s'étendent depuis les deux pôles vers les deux faces des chromosomes amassés en plaque équatoriale, et elles atteignent et puis, peut-être attirent ces derniers (Pl. V, fig. 9 de *Fucus serratus*). En métaphase tardive, le dédoublement des chromosomes s'effectue normalement.

3) *Anaphase*. — Les deux groupes de chromosomes filles commencent à émigrer vers les pôles en se mouvant parallèlement.

Pendant qu'ils s'éloignent l'un de l'autre, les fibres fusoriales s'atténuent. En anaphase tardive, on observe aux pôles deux corpuscules de forme triangulaire (Voir Pl. V, fig. 10 et 11 de *Fucus serratus*).

4) *Télophase*. — Les deux groupes ont atteint les deux pôles. Chaque groupe commence ici à prendre une forme de plus en plus régulière dans laquelle les corpuscules triangulaires semblent absorbés. Généralement, les fibres fusoriales disparaissent totalement, tandis que dans de rares cas leur présence peut être faiblement perçue. En télophase tardive, ces fibres sont toujours disparues. Entre les deux masses de chromosomes se forme la membrane cellulaire qui isole les deux cellules filles (Voir Pl. V, fig. 2).

VIII. — *FUCUS SERRATUS* LINN.

Le *Fucus serratus* se caractérise facilement par son thalle coriace, dichotome et plat, aux bords dentés en scie. Comme tous les *Fucus*, il possède une nervure médiane, mais assez peu saillante, qui subsiste seule à la base du thalle et, épaissie, y forme une sorte de stipe de consistance fibreuse. Les conceptacles sont groupés à l'extrémité des divisions du thalle sans y former de réceptacles aussi saillants et aussi délimités que chez les autres *Fucus* des côtes françaises. Cette espèce est dioïque et les sexes sont faciles à différencier en examinant par transparence les réceptacles : les conceptacles mâles étant orangés et les femelles olivâtres.

Abondante dans la moitié inférieure de la zone des marées, cette espèce est la seule du genre qui puisse supporter une immersion constante dans des cuvettes ou au-dessous des plus basses mers.

Nous avons utilisé, pour la fixation et la coloration, les mêmes combinaisons que pour *Fucus platycarpus*, *Fucus vesiculosus*. La région épidermique s'est contractée avec le Bouin; mais l'action de ce fixateur, très pénétrant, a été satisfaisante sur le tissu central et sur celui du point végétatif. Les autres combinaisons n'ont pas montré cet inconvénient.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Le noyau n'est pas très grand en proportion de la taille des cellules épidermiques. Il est relativement moins grand que chez les *Cys-*

toseira. Il mesure de 5 à 6 $1/2 \mu$ et est généralement rond ou ovale. Situé à la base de la cellule épidermique, le noyau est presque dissimulé par les organites cytoplasmiques et il est par conséquent difficile de l'apercevoir. Ces organites deviennent gris foncé après fixation au Navaschin ou au Helly, mais ne sont plus visibles après la fixation au Bouin, qui les détruit.

Substance achromatique. — Pour les raisons ci-dessus, cette substance n'est pas visible.

Réseau chromatique. — La cavité du noyau est entièrement remplie par une sorte de réseau que nous appellerons réseau chromatique parce qu'il est composé de substances prenant la coloration de la chromatine, substances qui empêchent de voir la substance achromatique. Ce réseau opaque est cependant fin et ténu. Coloré à l'hématoxyline, il devient noir. Une partie des substances chromatiques n'est pas réticulée, mais granuleuse et est située au contact de la membrane nucléaire et le long de la périphérie du nucléole.

Nucléole. — Il existe en général un nucléole par noyau, quelquefois deux. Ils sont ronds et pas très gros par rapport aux dimensions du noyau. Leur taille varie de 1 à 1 $1/2 \mu$. Leur couleur est d'un noir homogène et une aréole incolore les entoure comme dans les cas étudiés antérieurement.

Membrane nucléaire. — Elle est nettement visible, mais semble irrégulière à cause des nombreux granules de chromatine en contact avec elle. Elle est mince et se colore en gris à l'hématoxyline.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

On obtient avec ce matériel une coloration positive du réseau de chromatine et des granules de chromatine. Comme dans d'autres cas, le nucléole prend une coloration jaune verdâtre au centre et vert clair à la périphérie.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Sauf la taille du noyau, qui n'est que de 4 à 5 μ , les autres caractères sont identiques à ceux observés chez le *Fucus platycarpus*.

Substance achromatique. — Identique à celle du *Fucus platycarpus*.

Réseau de chromatine, nucléole, etc. — Leurs caractères ressemblent beaucoup à ceux des mêmes noyaux du *Fucus platycarpus*.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Nous n'avons observé aucune différence avec le matériel provenant du *Fucus platycarpus*.

III & IV. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE.

Il n'y a pas de différence avec *Fucus platycarpus*.

B. — MITOSE SOMATIQUE

1) *Prophase*. — Au stade précoce, le réseau chromatique se transforme en de nombreux filaments minces, irréguliers, isolés, situés autour du nucléole, celui-ci restant visible. La membrane nucléaire demeure aussi visible, mais aucun granule de chromatine n'y est accolé (fig. 1). Au stade tardif, ces fragments de filaments épaississent et se resserrent lentement les uns près des autres. La membrane nucléaire cesse alors d'être visible. Le nucléole non visible est résorbé ou entièrement dissimulé par les nombreux fragments de chromatine individualisés maintenant en chromosomes. Au stade tardif, la forme des chromosomes se régularise et ils deviennent plus distinctement visibles (Pl. 5, fig. 8).

2) *Métaphase*. — A ce stade, les chromosomes s'amassent en une formation régulière en formant une plaque équatoriale (fig. 5 et 6). En métaphase tardive, les fines fibres du fuseau apparaissent aux deux pôles d'où elles s'étendent jusqu'aux chromosomes qu'elles attirent ou guident. A ces deux pôles apparaissent deux petits points colorables, mais il n'est pas certain que ce soient de vrais centrioles, car ils ne sont pas le centre d'asters caractérisés. Ils demeurent incolores au Feulgen. Puis, les chromosomes se dédoublent et se séparent en deux amas.

3) *Anaphase*. — Les chromosomes émigrent vers les pôles. La figure 11, Pl. IV, montre le stade précoce de l'anaphase. La figure 12, Pl. V, un stade encore plus avancé. Les deux groupes de chromosomes se meuvent en restant parallèles l'un à l'autre. Le point coloré, centriole douteux, demeure toujours visible aux deux pôles.

4) *Télophase*. — Les chromosomes de chaque groupe sont alors massés aux deux pôles. Parfois un ou deux chromosomes retardataires laissent dépasser un bras de leur anse de l'amas. Les fibres fusoriales paraissent de plus en plus pâles et deviennent presque invisibles. Les points noirs disparaissent des pôles (Fig. 12, Pl. V).

CHAPITRE VI

LE NOYAU CHEZ LE PELVETIA

IX. — PELVETIA CANALICULATA L.

Le thalle de *Pelvetia canaliculata*, seule espèce du genre sur les côtes françaises, est relativement petit pour une Fucacée. Ramifié plusieurs fois, par dichotomie, il forme de courtes touffes assez denses. Ses rameaux étroits, aplatis dans la partie moyenne et vers le sommet du thalle, sont incurvés en gouttière, d'où le nom de l'espèce, mais, à la base, ils sont cependant de section arrondie. Le sommet des rameaux fructifères est renflé en réceptacles simples ou gémisés, obtus ou bifurqués. En été, au moment de la fructification, ces réceptacles sont d'un jaune d'or et l'étroite zone que forme l'espèce, à la limite des hautes mers, tranche par sa couleur avec le revêtement brun foncé que forment les *Fucus* sur les roches. Cette espèce ne peut supporter une immersion constante et demeure même à sec pendant plusieurs jours au moment des mortes-eaux; elle possède alors une teinte noirâtre et une consistance cassante. Plus que toute autre Fucacée des côtes françaises, ce *Pelvetia* est une espèce particulièrement parasitée par des Champignons du groupe des Pyrénomycètes. Les échantillons étudiés ont été récoltés, en été, dans les environs de Dinard; l'espèce y est très commune sur les roches et les ouvrages d'art abrités du choc des vagues.

Les combinaisons déjà employées pour la fixation et la coloration du *F. serratus* nous ont donné, ici aussi, de bons résultats et nous n'avons pas observé de changement à cet égard.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Le noyau est très grand dans cette région et occupe presque le tiers de la cellule. Les plus grands noyaux se rencontrent presque toujours dans la couche externe du point végétatif, ils sont plus petits sous cette couche. Ces noyaux sont ovales ou arrondis et mesurent de 5 1/2 à 6 1/2 μ . Coloré à l'hématoxyline, le noyau apical prend une

coloration plus claire que le noyau des cellules épidermiques et est dégagé des organites cytoplasmiques.

Substance achromatique. — Cette substance n'est pas visible dans le noyau des cellules épidermiques, fait dû à la structure épaisse du réseau de chromatine. Ce n'est que dans le noyau de la cellule apicale qu'elle est visible, car le réseau de chromatine y est relativement fin et délié (Pl. VI, fig. 1).

Réseau et granules de chromatine. — Ce réseau est très net dans ce type de noyau. Il prend une coloration plus foncée par l'hématoxyline que dans le noyau de la cellule apicale. Les granules de chromatine, très menus, peuvent être observés en certains points du réseau et aussi contre la membrane nucléaire. Nous n'avons pas observé dans ce cas de granules de chromatine se différenciant par une plus grande taille (Pl. VI, fig. 1).

Nucléole. — Le noyau contient un nucléole, parfois deux. Dans ce dernier cas, l'un est généralement plus gros que l'autre, mais quelquefois ils sont tous deux de même taille. Les nucléoles sont toujours ronds. Là où il n'y en a qu'un dans le noyau, sa taille est d'environ $1\ \mu$, et s'il y en a deux, leur taille ne dépasse pas $1/2\ \mu$. A l'hématoxyline, ils prennent généralement une couleur homogène, quoique dans quelques cas le centre soit plus clair que la périphérie, ainsi que nous l'avons signalé chez les *Fucus* et les *Cystoseira*. Nous n'avons pas observé de granules de chromatine en contact avec le nucléole. S'il y en avait eu le contour du nucléole aurait pris une forme irrégulière. De plus, nous aurions pu les observer après coloration au Feulgen.

Membrane nucléaire. — Cette membrane est nettement visible dans le noyau des cellules épidermiques. Mais elle est extrêmement indistincte dans le noyau de la cellule apicale et ne se colore pas.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Le réseau de chromatine du noyau de la cellule apicale ne se colore pas au Feulgen. Mais la coloration est très nette dans le noyau des cellules épidermiques. Le nucléole réagit de la même manière que dans les autres *Fucacées*.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Les noyaux sont à peine plus petits qu'au point végétatif. Ils sont de même taille et forme dans l'épiderme âgé que dans le jeune. Ils

sont ronds ou ovales et mesurent de 3 à 4 μ . Ils sont en contact immédiat avec un contenu cellulaire abondant.

Substance achromatique. — Cette substance n'est pas visible à cause de l'opacité du réseau de chromatine.

Réseau et granules de chromatine. — Ce réseau est ici foncé et épais comme dans *F. vesiculosus* (Pl. VI, fig. 2). Les granules de chromatine sont plus gros ici que dans les noyaux du point végétatif. Comme dans les autres Fucacées, ils se trouvent contre la membrane nucléaire et sur le réseau, mais jamais sur le nucléole.

Nucléole. — Il peut exister un ou deux nucléoles dans chaque noyau. Ils sont ronds et mesurent à peine plus de 1 μ . A l'hématoxyline, ils prennent dans cette région une couleur plus foncée qu'au point végétatif. Ils occupent le centre du noyau. Quand il y en a deux, ils sont relativement éloignés l'un de l'autre.

Membrane nucléaire. — La membrane est bien visible dans les noyaux du vieil et du jeune épiderme. Elle est très épaisse.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

On ne peut que faire un rapprochement étroit avec ce que l'on observe chez le *F. serratus* (Pl. VI, fig. 2).

III & IV. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Ils sont semblables de taille et de forme, ronds, ovales, sphériques ou allongés et mesurent de 2 à 3 μ . Comparés aux dimensions des cellules, les noyaux sont ici très petits. Ils sont dégagés des organites cytoplasmiques.

Réseau de chromatine, nucléole, etc. — Le réseau est plus léger dans les noyaux de ces tissus que dans ceux de l'épiderme, mais plus épais que dans les noyaux du point végétatif. Dans quelques cas, on remarque plusieurs granules de chromatine de grande taille sur le réseau des noyaux sous-épidermiques. Mais de tels granules manquent dans les noyaux de la moelle, qui se colorent moins intensément que dans les noyaux épidermiques (Pl. VI, fig. 3 et 4).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Les réactions sont les mêmes que chez *F. vesiculosus*.

B. — MITOSE SOMATIQUE

1) *Prophase*. — Le contenu intérieur du noyau se transforme en de nombreux fragments de filaments. La membrane nucléaire a totalement disparu. Le nucléole demeure encore visible, mais étant donné sa très petite taille, on ne le distingue que difficilement. A une phase plus tardive, les fragments filamenteux sont devenus plus épais. Le nucléole est toujours visible parmi ces fragments (Pl. VI, fig. 5 a et 5 b).

Puis ils se transforment en fragments plus courts qui entourent le nucléole. Le stade le plus avancé montre que le nucléole disparaît ensuite et que seuls les fragments filamenteux restent éparpillés tout près les uns des autres. Ce sont alors les chromosomes individualisés (Pl. VI, fig. 7).

2) *Métaphase*. — Les chromosomes de la prophase tardive sont maintenant amassés en une plaque équatoriale d'où partent des fibres fusoriales qui les réunissent aux deux pôles opposés (Pl. VI, fig. 7). Chez cette plante, aucun des pôles ne nous a présenté de corpuscule teinté au point de convergence des fibres. La plaque équatoriale est assez aplatie et très large. A une phase plus tardive, les chromosomes qui étaient d'abord mélangés semblent s'écarter çà et là. Ils ont probablement commencé à se séparer en deux.

3) *Anaphase*. — Dédoublés, les chromosomes se séparent en deux groupes différents, puis émigrent vers les pôles. Les groupes semblent se mouvoir en bon ordre en se maintenant bien parallèlement. Les chromosomes filles de chaque groupe se voient nettement (Pl. VI, fig. 8).

Les fibres fusoriales sont toujours visibles à cette phase, la forme générale de l'ensemble du fuseau de chromosomes semble s'être allongée. La figure 8 montre l'anaphase à partir du pôle.

4) *Télophase*. — Les groupes ont atteint les pôles, chacun d'eux se condense de plus en plus. Quelques chromosomes montrent, en dehors des amas, l'extrémité de leurs bras. Les fibres fusoriales deviennent de moins en moins distinctes (Pl. VI, fig. 9). A une phase plus tardive, la forme des amas est devenue plus homogène et ne montre plus de trace d'aucun chromosome. Les fibres fusoriales ont presque disparu.

CHAPITRE VII

LE NOYAU CHEZ ASCOPHYLLUM

X. — ASCOPHYLLUM NODOSUM (L.) LE JOL.

C'est la plus grande des Fucacées des côtes françaises dépassant dans certaines localités 2 mètres de long. Son thalle est formé de rameaux légèrement aplatis, mais sans nervure, irrégulièrement dichotomes, de consistance coriace et portant presque toujours de grosses vésicules axiales ovoïdes très caractéristiques. Ces rameaux portent de petits ramules irrégulièrement espacés, articulés à leur base. Les réceptacles ellipsoïdes terminent des ramules spéciaux qui tombent après la période de reproduction. Cette espèce est dioïque. Commune dans la région de Dinard, surtout dans la Rance, elle s'y rencontre au même niveau que le *Fucus vesiculosus*, mais dans les endroits abrités seulement, et, ne supportant pas une immersion continue, ne vit jamais dans les cuvettes.

La fixation au Helly, au Navaschin et au Flemming s'est montrée satisfaisante avec la coloration à l'hématoxyline et au Feulgen. Le Bouin n'a pas donné de résultats satisfaisants parce qu'après lui la coloration des noyaux des cellules épidermiques est trop foncée, alors que les noyaux de la moelle ou de l'écorce sont trop pâles.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Des noyaux de grande taille s'observent dans l'épiderme du point végétatif et des noyaux de petite taille dans l'assise sous-épidermique. Les plus grands noyaux mesurent de 5 1/2 à 6 1/2 μ et les plus petits de 4 à 5 μ . Le noyau apical se colore toujours faiblement, tandis que les autres noyaux se colorent normalement.

Substance achromatique. — Elle est difficilement visible étant masquée par le réseau de chromatine.

Réseau et granules de chromatine. — Ce réseau est nettement visible. On le voit formé de fragments irréguliers de fibres. Par endroits,

ces fibres paraissent déchirées et détachées. Il est possible que la substance peu résistante et délicate du réseau ne résiste pas à l'action trop brutale des fixateurs. Dans un noyau vivant, en effet, le réseau apparaît comme très régulier et continu et ne montre pas les parties déchirées que l'on observe après fixation.

Les granules de chromatine, très nombreux et de taille variée, sont répartis sur le réseau de chromatine, contre la membrane nucléaire et aussi à la périphérie. Ils peuvent sembler colorés plus ou moins intensément, mais ceci tient à la différence de leur épaisseur (Pl. VI, fig. 10).

Nucléole. — On n'en trouve qu'un ou deux par noyau. Ils sont arrondis, de petite taille ne dépassant jamais $1\ \mu$. Ils agissent aux colorants de la même manière que les autres Fucacées. De nombreux granules de chromatine sont en contact avec eux, par suite, leur forme paraît irrégulière lorsqu'on les colore à l'hématoxyline.

Membrane nucléaire. — Cette membrane, bien que très fine, est bien visible, car elle est bien dégagée des substances cytoplasmiques. Si, ici aussi, elle paraît irrégulière, cette apparence est due aux granules de chromatine accolés à sa partie interne.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Dans beaucoup de cas, le réseau de chromatine se colore en rose pâle, mais sa structure est cependant bien visible. Dans le noyau apical seul, il ne se colore pas du tout par le Feulgen. Les granules de chromatine prennent une coloration rose foncé. Le nucléole réagit négativement comme partout ailleurs.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Les noyaux sont de même taille que ceux du point végétatif. Ils mesurent de 4 à $5\ \mu$ et sont ronds ou ovales. Ils prennent une coloration plus foncée que ceux du point végétatif.

Substance achromatique. — Cette substance n'est pas visible parce que le réseau la masque presque entièrement.

Réseau de chromatine et granules de chromatine. — Le réseau est très épais et se colore très intensément à l'hématoxyline. Les granules disposés sur ce réseau sont plus gros qu'au point végétatif. De taille et de forme variées, ils sont situés contre la membrane nucléaire et à la périphérie du noyau (Pl. VI, fig. 11).

Nucléole. — Les noyaux en contiennent un ou deux, mais jamais plus de deux. Ils mesurent de $1/2$ à $1\ \mu$, sont ronds et se colorent en noir franc par l'hématoxyline.

Membrane nucléaire. — La membrane est épaisse et se colore nettement en foncé à l'hématoxyline. La présence de granules de chromatine à son contact lui donne une apparence irrégulière (Pl. VI, fig. 11).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Les noyaux de l'épiderme âgé ne réagissent pas au Feulgen, mais on obtient une bonne coloration de ceux de l'épiderme jeune. Le réseau de chromatine se colore tellement que le nucléole, qui ne se colore pas, est invisible. La membrane nucléaire ne se colore pas du tout.

III & IV. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE.

Ces deux régions possèdent le même type de noyau. La seule différence que l'on puisse trouver réside dans l'intensité de la coloration, la ténuité et l'abondance des granules de chromatine de leurs noyaux (Pl. VI, fig. 12).

CONCLUSIONS DES CHAPITRES V, VI, VII

Si l'on considère l'ensemble des noyaux des espèces de *Fucus* étudiées, la présence d'une structure qui ressemble à un réseau en est la caractéristique constante et la plus importante. Ils appartiennent, par conséquent, au type réticulé. En outre, ils présentent beaucoup d'autres points de ressemblance. Les dimensions des noyaux du point végétatif ne semblent pas différer beaucoup chez ces espèces. En comparant les noyaux du point végétatif avec ceux de l'épiderme, puis de l'écorce et de la moelle, nous avons constaté que les noyaux, dans ces régions successives, étaient de plus en plus petits. Les noyaux sont d'autant plus petits que la région dans laquelle on les trouve est intérieure. Ce sont dans les cellules dépourvues de phéoplastes de la moelle, tissus de soutien et non assimilateurs, que les noyaux sont les plus petits. La substance achromatique est presque invisible dans tous les cas, sauf dans les noyaux des cellules apicales où cette substance est dégagée des granules de chromatine et du réseau de chromatine qui la masquent presque dans les noyaux des autres régions. Le réseau de chromatine est très dense dans tous les noyaux, à l'exception de

ceux de la cellule apicale, où il est extrêmement faible. Les granules de chromatine sont répartis sur le réseau, le long de la membrane nucléaire et à la périphérie nucléaire. Ils sont toujours très nombreux et généralement très petits. Le noyau de *Fucus lutarius* fait seule exception et présente quelques gros granules de chromatine. Chaque noyau contient toujours un nucléole, quelquefois deux, mais jamais plus. Malgré la présence de nombreux granules de chromatine adhérant à la membrane nucléaire, nous avons toujours trouvé celle-ci très nettement visible, sauf dans le cas de cellule apicale où aucune partie du noyau n'est bien perceptible en dehors du nucléole.

Dans l'étude de la mitose somatique, nous avons observé que chez toutes les Fucacées, à l'exception de l'*Ascophyllum nodosum*, où nous n'avons pas pu en découvrir, le mécanisme de la mitose est presque identique. La prophase est surtout caractérisée par la formation de chromosomes, la disparition graduelle de la membrane nucléaire et la disparition finale du nucléole. La métaphase montre l'accumulation des chromosomes, la naissance graduelle des fibres fusoriales des deux pôles opposés et à la fin le dédoublement des chromosomes en chromosomes filles. A cette phase, nous avons observé deux organites punctiformes aux deux pôles et l'atténuation progressive des fibres fusoriales. De tels points sont toujours visibles aux sommets des fuseaux dans les noyaux de *Fucus platycarpus*, *F. vesiculosus*, *F. lutarius*, *F. serratus* et *Pelvetia canaliculata*. En télophase, les deux groupes atteignant les pôles se tassent en deux formations homogènes, tandis que les fibres fusoriales et les points de leurs sommets s'atténuent et disparaissent. Les cellules filles sont alors isolées.

CHAPITRE VIII

LE NOYAU CHEZ BIFURCARIA

XI. — *BIFURCARIA TUBERCULATA* STACKH.

Le thalle de cette espèce, de taille médiocre, est cylindrique. Simple à la base, il se ramifie par plusieurs dichotomies successives en rameaux de diamètre égal partout, sauf aux articulations où ils sont très légèrement étranglés. Leurs extrémités sont obtuses ou arrondies. Les thalles s'élèvent d'un enchevêtrement étendu de rhizomes en forme de crampons coralloïdes. Les conceptacles sont localisés à l'extrémité de certains rameaux, mais, sur le vivant, les réceptacles ainsi formés étant de même diamètre, ou presque, que les rameaux, sont peu discernables. Quelquefois, s'observent des vésicules aérifères, petites, isolées et situées généralement à la base des rameaux fertiles. Dans la région de Dinard, cette espèce est rare et ne se rencontre que dans quelques cuvettes de la zone de la marée. En dehors du golfe normand-breton, elle se rencontre plus généralement à très basse mer formant, sur les rochers, une zone assez régulière, au-dessus des Laminaires, qui émerge aux marées de vive eau.

Tous les fixateurs indiqués ont été essayés, mais tous n'ont pas donné de bons résultats. Les combinaisons suivantes se sont montrées les meilleures :

Navaschin et hématoxyline; Navaschin et Feulgen; Helly et hématoxyline; Helly et Feulgen.

Le Bouin, avec coloration à l'hématoxyline, nous a donné une coloration très peu satisfaisante. Le formol est inutilisable, car après son emploi on obtient des noyaux sans structure visible et de coloration homogène.

A. — NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Les noyaux de cette région sont exceptionnellement grands et mesurent de 5 1/2 à 10 1/2 μ . Ils sont en général arrondis. Ils sont étroitement entourés d'une épaisse masse de protoplasma, de sorte que leur membrane n'est plus discernable.

Substance achromatique. — Elle n'est pas nettement visible à cause de la présence abondante de minces fibres et de nombreux granules de chromatine de tailles diverses (Pl. VII, fig. 1).

Filaments et granules de chromatine. — Ces noyaux montrent de nombreux fragments de chromatine filamenteuse. Ceux-ci ne forment pas complètement un réseau, mais sont à peu près isolés. Ces fragments s'observent parfois au contact du nucléole. Les granules de chromatine varient de taille et de forme et forment une sorte de bordure autour de la membrane nucléaire. On en trouve aussi dans la substance achromatique et autour du nucléole (Pl. VII, fig. 1).

Nucléole. — En général, un nucléole seulement s'observe dans chaque noyau. Sa taille est remarquablement grande en proportion de celle du noyau. Ce caractère frappant le fait ressembler au nucléole des *Cystoseira* du type réticulé. Il mesure de 2 1/2 à 5 μ et est de forme ronde ou ovale. L'hématoxyline le colore en foncé et d'une façon homogène. Son contour paraît assez irrégulier à cause des nombreux granules de chromatine qui y adhèrent (Pl. VII, fig. 1).

Membrane nucléaire. — Elle n'est pas nettement visible. A l'hématoxyline, elle se colore comme le protoplasma qui l'entoure. Elle serait difficile à délimiter s'il n'y avait de nombreux granules de chromatine attachés à elle (Pl. VII, fig. 1).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Au Feulgen, les filaments de chromatine sont faiblement colorés. Les granules de chromatine, par contre, le long de la membrane nucléaire et autour du nucléole, sont colorés en rose intense. Ils sont ainsi si nettement individualisés qu'il n'est pas difficile de les compter. Ils varient en nombre de 5 à 14. La coloration du nucléole est semblable à celle que l'on observe chez les Fucacées et les *Cystoseira*.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Il y a deux sortes distinctes de noyaux, l'une dans le jeune épiderme, l'autre dans l'épiderme âgé. Les noyaux du jeune épiderme ressemblent beaucoup à ceux du point végétatif et contiennent un gros nucléole et de nombreux granules de chromatine grands et petits. Ces granules sont ici plus grands et plus denses que ceux des noyaux du point végétatif. Les noyaux du vieil épiderme sont très différents. Les granules de chromatine sont ici de beaucoup plus grande taille que

ceux du noyau du jeune épiderme. Quelques-uns de ces granules sont aussi massifs qu'un nucléole.

Substance achromatique. — Cette substance dans les noyaux du jeune épiderme est aussi indistincte que dans le noyau du point végétatif. Dans les noyaux du vieil épiderme elle est très nettement visible. Tandis que cette substance, dans le noyau du jeune épiderme, est masquée par la présence de fibres et de granules de chromatine nombreux et ténus, dans le noyau de l'épiderme âgé elle est dépourvue de tels éléments (Pl. VII, fig. 2 et 3).

Granules de chromatine. — Ces granules, dans le noyau du jeune épiderme, sont trop petits et trop nombreux pour être comptés exactement, tandis que dans le noyau de l'épiderme âgé, ils ne sont pas si petits. Ils sont grands à tel point qu'ils peuvent être comparés à un nucléole. On peut les compter sans difficulté. Leur nombre varie de 5 à 11. Ils sont ronds, allongés ou triangulaires. En général, ils sont en contact avec la membrane nucléaire. L'hématoxyline les colore en noir homogène (Pl. VII, fig. 2 et 3).

Nucléole. — Dans les deux types de noyau, le nucléole est situé au centre. Nous n'avons pas observé de noyau en contenant plus d'un. Bien que les granules de chromatine des noyaux de l'épiderme âgé soient quelque peu similaires, en ce qui concerne leur taille, au nucléole, ce dernier se distingue par une zone périnucléaire incolore (Pl. VII, fig. 2 et 3).

Membrane nucléaire. — Elle est très visible dans les deux types de noyaux. Dans le premier type, celui de l'épiderme jeune, la finesse et la régularité de sa structure peuvent sembler un peu modifiées par la présence de plusieurs granules qui y adhèrent; mais dans le second type, elle apparaît d'autant plus nettement que les quelques granules qui y adhèrent sont très gros et bien distincts. La coloration de la membrane est très foncée par l'hématoxyline dans les deux types de noyaux.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

On obtient une coloration très opaque, mais mal définie du noyau de l'épiderme jeune. Cette confusion est due peut-être à l'existence d'un très grand nombre de granules de chromatine de taille et de forme variées et très proches les uns des autres. La coloration du noyau de l'épiderme âgé est opaque mais définie. Ici, les granules de chromatine sont rose foncé. La substance achromatique est homogène. La membrane nucléaire n'est pas visible.

III & IV. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE.

Les noyaux sont de taille semblable dans ces deux régions, taille qui varie de 4 à 5 μ . Leur forme est en général ronde ou ovale. Une différence entre ces deux noyaux ne se manifeste que par coloration. La substance achromatique est plus nettement visible dans le noyau de la moelle que dans le noyau cortical. Coloration gris clair à l'hématoxyline et rose pâle au Feulgen.

On obtient une coloration moins nette et moins marquée des granules de chromatine des noyaux de l'écorce que de ceux des noyaux de la moelle, tant à l'hématoxyline qu'au Feulgen. Coloration plus distincte de la membrane nucléaire et du nucléole du noyau cortical que des mêmes parties du noyau de la moelle. A tous autres égards ces noyaux sont très semblables à ceux de l'épiderme âgé (Pl. VII, Fig. 4 et 5).

B. — MITOSE SOMATIQUE

1) *Prophase*. — A la phase précoce, le nucléole semble garder sa position. Les granules et les fibres de chromatine subissent un changement. Ils prennent une forme plus distincte et plus régulière et deviennent moins nombreux. Ils semblent tous se rapprocher du nucléole en laissant plus d'espace net entre eux. La membrane nucléaire n'est pas visible.



Fig. : 12



13

Dans la phase tardive, ils se montrent nettement comme chromosomes et paraissent plus massifs qu'avant. Alors, ils ne viennent pas seulement dans le voisinage du nucléole, mais ils l'entourent de très près. Le nucléole demeure cependant toujours visible. Ensuite, ils

s'amassent encore plus étroitement et le nucléole n'est plus visible, étant soit absorbé, soit recouvert par eux (Pl. VII, fig. 6). (Fig. 12 et 13, prophase début.)

2) *Métaphase*. — Les chromosomes sont maintenant accumulés de façon très dense. Dans quelques cas, ils sont tellement serrés que beaucoup d'entre eux ne semblent plus être individualisés. L'ensemble prend une coloration homogène foncée à l'hématoxyline. Les fibres fusoriales commencent à apparaître des deux côtés des chromosomes accumulés. Mais ces fibres sont à peine perceptibles, et il semble que leur présence n'est que devinée.

Plus tard, les fibres fusoriales deviennent bien distinctes. Les chromosomes sont toujours accumulés d'une manière si dense qu'ils paraissent une masse allongée.

On peut alors observer deux petits points aux deux pôles, d'où les fibres s'étendent pour atteindre les chromosomes (Pl. VII, fig. 7). Les chromosomes se dédoublent en chromosomes filles. Ils semblent alors avoir une tendance à se séparer de leur accumulation précédente.

3) *Anaphase*. — Ils sont maintenant séparés en deux groupes distincts, chacun d'eux se dirige lentement vers le pôle le plus proche. Les fibres fusoriales qui les unissent semblent aider à leur migration. L'ensemble de la figure générale de ce stade de l'anaphase est remarquablement grand. Même les chromosomes filles de chaque groupe sont de forme très massive.

Les deux points polaires sont visibles même lorsque les groupes de chromosomes filles sont très près des pôles (Pl. VII, fig. 8 et 9).

4) *Télophase*. — En télophase précoce, les chromosomes sont parvenus aux pôles, mais ils ne forment pas une masse homogène. Les deux points polaires sont toujours visibles (Pl. VII, fig. 10). Les chromosomes semblent enlacés les uns aux autres en désordre, montrant çà et là l'extrémité de certains de leurs bras. On observe encore les fibres fusoriales par l'hématoxyline, mais non sur les préparations colorées au Feulgen.

La télophase est aussi d'une taille générale remarquablement grande. Cela permet de distinguer isolément certains des chromosomes qui sont en voie de se tasser en une seule masse. En même temps que les fibres fusoriales commencent à s'effacer aux pôles, la membrane nucléaire apparaît dans la région équatoriale. Au fur et à mesure que cette paroi devient plus nette, les deux masses de chromosomes deviennent plus denses et plus homogènes (Pl. VII, fig. 11).

En télophase tardive, la paroi devient très distincte, et les deux masses deviennent deux corps nets et distincts. Ainsi se termine la division (Pl. VII, fig. 12).

CHAPITRE IX

LE NOYAU CHEZ HALIDRYS

XII. — HALIDRYS SILIQUOSA LYNGB.

Le thalle de cette espèce de grande taille s'élève d'un disque adhésif épais et très bombé. Il est formé d'axes et de rameaux linéaires comprimés et plusieurs fois pennés. Les rameaux inférieurs jeunes sont aplatis et presque foliacés. Le caractère le plus saillant de l'espèce consiste en la présence, à l'extrémité de nombreux ramules, de vésicules aérifères siliquiformes, pédicellées, mucronées et divisées intérieurement en de nombreuses loges transversales. Les conceptacles hermaphrodites sont localisés dans des réceptacles comprimés et lancéolés qui terminent certains ramules. Cette espèce ne peut supporter une exondation prolongée ni fréquente, et se rencontre à très basse mer. Elle remonte, plus rarement, dans les cuvettes de la zone moyenne des marées. Les individus que nous avons étudiés proviennent de telles cuvettes des environs de Saint-Enogat.

En ce qui concerne la fixation et la coloration, les résultats n'ont été bons qu'avec les mêmes combinaisons qui se sont montrées satisfaisantes pour *Bifurcaria tuberculata*. Le Bouin et le formol n'ont été d'aucune utilité.

A. NOYAU QUIESCENT

I. NOYAU DU POINT VÉGÉTATIF.

1) MATÉRIEL COLORÉ A L'HÉMATOXYLINE.

Le noyau est grand dans cette région. Il mesure de 3 1/2 à 6 μ . Sa forme est généralement ronde et rarement ovale. Il n'est pas environné d'autant de protoplasma que chez *Bifurcaria tuberculata*. Par suite, la membrane nucléaire est clairement visible.

Substance achromatique. — Cette substance n'est pas visible pour la même raison que chez *Bifurcaria tuberculata*.

Filaments et granules de chromatine. — Nous pouvons presque considérer les filaments de chromatine comme formant un réseau, bien qu'il faille convenir qu'ils ne sont pas très visibles, et que par endroits des filaments paraissent isolés. On observe une grande variabilité de la

taille des granules de chromatine. La plupart sont petits, mais quelques-uns d'entre eux, que l'on peut presque compter, sont très gros. Dans ces noyaux, plus la taille des granules de chromatine augmente, plus le nombre total de ces granules décroît. Les gros granules sont situés, pour la plupart, contre la membrane nucléaire. Ces granules sont non seulement de tailles variées, mais ils sont aussi de formes diverses : ronds, ovales, allongés, subsphériques ou triangulaires. Les filaments, qui forment un réseau, se colorent en gris à l'hématoxyline et les granules de chromatine en noir intense (Pl. VIII, fig. 1).

Nucléole. — Le noyau en contient un et quelquefois deux. Il n'est pas de dimension particulièrement grande comparativement à la taille du noyau. Quand il est unique, sa taille varie de 2 à $2\frac{1}{2}\mu$; mais quand il y en a deux, leur taille ne dépasse pas 1μ . De forme ronde, ils se colorent dans quelques cas en noir homogène; dans d'autres cas, le centre demeure plus clair que la périphérie. Ils présentent aussi une aréole périnucléaire incolore (Pl. VIII, fig. 1).

Membrane nucléaire. — Très fine, cette membrane est cependant nettement visible. Mais sa régularité est souvent modifiée par la présence de nombreux granules de chromatine qui y adhèrent (Pl. VIII, fig. 1).

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Comme chez *Bifurcaria tuberculata*, les filaments de chromatine sont faiblement colorés, et les granules de chromatine sont de teinte rose foncé. Le nucléole réagit comme chez les autres Fucacées et Cystoseirées. Seuls les gros granules de chromatine peuvent être comptés. Il y en a généralement de 3 à 7.

II. NOYAU DE L'ÉPIDERME.

1) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Nous n'avons pas rencontré, chez cette plante, deux types de noyaux comme chez *Bifurcaria tuberculata*. Notons seulement que les noyaux ne réagissent pas tous de la même façon à l'action des colorants. Les noyaux de l'épiderme âgé se colorent de façon plus claire et plus nette que ceux de l'épiderme jeune. Cette différence est due à la ténuité comparativement plus grande du noyau de l'épiderme âgé. La taille des noyaux de ces deux tissus varie de 3 à 4μ . Ils sont généralement de forme ovale ou ronde.

Substance achromatique. — Cette substance est plus nettement

visible dans le noyau de la vieille cellule épidermique que dans celui de la jeune, et est de couleur homogène (Pl. VIII, fig. 2 et 3).

Granules de chromatine. — Il existe deux types de ces granules dans les noyaux des vieilles cellules épidermiques, les uns très petits et très nombreux, les autres, gros et rares, atteignent presque les dimensions des nucléoles. Le nombre de ces derniers varie de 3 à 7. Ils sont presque toujours situés contre la membrane nucléaire. A l'hématoxyline, les petits se colorent en gris et les gros en noir intense.

Les granules de chromatine ne sont pas aussi gros dans les noyaux des cellules de l'épiderme jeune que dans ceux des cellules de l'épiderme âgé. Mais il y a cependant quelques granules qui sont très nettement plus gros que les autres. Les granules dans ces noyaux sont aussi variés de forme et de taille que dans les noyaux du point végétatif (Pl. VIII, fig. 2 et 3).

Nucléole. — Ici aussi, nous trouvons un nucléole et parfois deux. Ils sont très semblables en tant que taille, forme et coloration, à ce que nous avons vu chez *Bifurcaria tuberculata*.

Membrane nucléaire. — Cette membrane est très nettement visible. Peu de petits granules y sont adhérents. Les plus gros, qui y sont attachés, ne sont pas un obstacle à sa définition. On en obtient une coloration d'un noir intense à l'hématoxyline.

2) MATÉRIEL COLORÉ AU FEULGEN.

Les résultats sont ici les mêmes que chez *Bifurcaria tuberculata*.

III & IV. NOYAUX DE L'ÉCORCE ET DE LA MOELLE.

La taille des noyaux est la même dans les deux régions. Mais elle est généralement beaucoup plus grande que celle des noyaux de la cellule épidermique et varie de $2\frac{1}{2}$ à 5μ . Ils sont de forme ronde ou ovale. Une différence entre les noyaux de l'écorce et ceux de la moelle ne s'observe que par la coloration. Dans la moelle, la teinte est plus claire que dans l'écorce.

La substance achromatique est pure et homogène, colorée par l'hématoxyline ou par le Feulgen.

Nous ne voyons pas de granules de chromatine de très petites dimensions. Mais il en existe quelques-uns de grande taille toujours situés le long de la membrane nucléaire.

La membrane nucléaire du noyau cortical est beaucoup plus épaisse que celle du noyau de la moelle. Dans les deux cas, elle se colore en gris (Pl. VIII, fig. 4 et 5).

Conceptacles. — Dans l'assise des conceptacles, nous avons observé deux types de noyau; l'un ressemble au noyau du point végétatif dans sa structure, sa forme et sa taille, l'autre ressemble au noyau de l'écorce et de la moelle, sauf par la taille, qui est plus grande, et le nombre de ses granules de chromatine, qui est plus grand. Mais les granules de chromatine dans les noyaux de cette région sont situés contre la membrane nucléaire et parmi la substance achromatique. Les gros granules sont aussi plus nombreux et sont environ au nombre de 22 (Pl. VIII, fig. 6 et 7).

B. — MITOSE SOMATIQUE

1) *Prophase.* — A cette phase, la membrane nucléaire n'est plus visible. Le nucléole a aussi disparu. Les granules de chromatine, tant grands que petits, se sont transformés en nombreux fragments filamenteux que l'on peut déjà appeler chromosomes. Ils montrent une tendance à se rapprocher les uns des autres (Pl. VIII, fig. 8).

2) *Métaphase.* — Les chromosomes ci-dessus se sont massés en une figure allongée. Ils sont toujours distincts bien que serrés étroitement les uns aux autres. Les fibres fusoriales sont maintenant nettement visibles. Il existe aussi, dans ce cas, deux points noirs aux deux pôles de part et d'autre des chromosomes en amas. A un stade tardif de la métaphase, quelques chromosomes formant une partie de la plaque équatoriale se sont dédoublés et séparés en deux groupes. Mais certains demeurent encore ensemble et vraisemblablement indivis (Pl. VIII, fig. 9).

3) *Anaphase.* — Tous les chromosomes sont alors dédoublés et forment deux groupes distincts parallèles. L'anaphase se poursuit ensuite normalement. Les fibres fusoriales et les deux points polaires sont toujours visibles (Pl. VIII, fig. 10 et 11).

En anaphase tardive, quand les deux groupes sont arrivés près des pôles, les points polaires ont disparu. L'ensemble de la figure de l'anaphase est de bien plus petite dimension, par rapport à la cellule, que chez *Bifurcaria tuberculata*.

4) *Télophase.* — Les deux groupes sont maintenant aux deux pôles. Dans chaque groupe, les chromosomes sont massés de façon tout à fait homogène, quoique quelques extrémités de bras de chromosomes, qui font encore saillie, montrent que la phase n'est pas encore achevée (Pl. VIII, fig. 12).

En télophase tardive, les deux groupes sont absolument homogènes, et les fibres fusoriales ont à peu près disparu (fig. 9).

Ainsi nous voyons que les noyaux chez ces deux espèces, *Halidrys* et *Bifurcaria*, appartiennent au type granuleux. Chez aucune d'elles, on n'observe de noyau dans lequel existe la structure caractéristique du type réticulé.

Chez les deux espèces, le noyau du point végétatif est grand, nettement plus grand que dans les autres régions, épiderme, écorce et moelle et aussi que dans les conceptacles dans le cas de *Halidrys siliquosa*. Au lieu d'un réseau, existent dans les noyaux de nombreux fragments filamenteux et des granules isolés. La région épidermique montre deux sortes de noyaux, soit par leur structure interne, soit par des différences de coloration. Les noyaux de l'épiderme âgé contiennent des granules de chromatine dont beaucoup sont de taille remarquablement grande, tandis que les noyaux de l'épiderme jeune contiennent des granules qui sont relativement très petits. Mais dans l'un et l'autre type de noyau, la taille des granules est irrégulière, et il en existe quelques-uns nettement plus grands que les autres. La substance chromatique est peu visible dans le noyau du point végétatif ou dans celui de l'épiderme jeune, mais elle est très nettement visible dans le noyau des autres régions.

Cette substance est presque invisible dans le premier cas, car elle disparaît sous l'accumulation des filaments et des granules de chromatine, tandis que dans le dernier cas cette accumulation n'existe pas. Chez *Bifurcaria tuberculata*, nous n'avons pas observé de noyau contenant plus d'un nucléole, tandis que chez *Halidrys siliquosa*, nous avons trouvé quelques noyaux avec deux nucléoles, mais jamais plus. Quelle que soit la région considérée dans l'une ou l'autre plante, la membrane nucléaire est toujours nettement visible, sauf au point végétatif.

Dans l'observation de la mitose des noyaux de ces deux plantes, nous avons remarqué que, par rapport aux dimensions des cellules, les figures cinétiques de chaque phase sont plus grandes chez *Bifurcaria tuberculata* que chez *Halidrys siliquosa*, alors que les noyaux quiescents sont de tailles analogues. En prophase, nous avons noté la disparition graduelle de la membrane nucléaire et la transformation simultanée des granules de chromatine et des fibres en chromosomes. En métaphase, ces chromosomes forment un amas dense, et les fibres fusoriales paraissent atteindre cet amas à partir de deux pôles opposés où s'observent deux points polaires. Cette phase se termine avec la naissance des chromosomes filles résultant du dédoublement des chromosomes primitifs. En anaphase, ces chromosomes filles se séparent

en deux groupes et émigrent vers les pôles. Les fibres fusoriales et les deux points polaires sont toujours visibles. En télophase, le déplacement se termine aux deux pôles où les deux groupes se transforment lentement en deux corps homogènes, tandis que les fibres fusoriales et les deux points disparaissent et qu'une paroi cellulaire se forme graduellement en individualisant les deux nouvelles cellules.

CHAPITRE X

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Nous avons montré, au début du deuxième chapitre, que nous estimions devoir distinguer trois et même quatre régions distinctes dans le thalle des Fucacées, pour leur étude caryologique.

La région que nous considérons comme la plus importante est celle du point de vue végétatif, et bien qu'étant l'origine de tous les tissus, ce point n'est, topographiquement, qu'une faible partie d'une région plus vaste dénommée épiderme. Les deux autres régions seront l'écorce et la moelle. LE TOUZÉ, à la suite d'autres auteurs, ne distingue, chez cette famille, que deux tissus dans le thalle, l'un central et l'autre pariétal, et n'admet pas, comme d'autres auteurs, trois tissus distincts. Il tient une semblable distinction pour « mal choisie ». Il préfère donner à l'épiderme et à l'écorce une même dénomination, et dit : « Il n'y a aucune raison valable de faire une distinction entre un épiderme et une écorce. » Son objection semble être basée surtout d'un point de vue physiologique. Mais comme nous sommes intéressés ici par le point de vue morphologique du sujet, nous estimons devoir maintenir nos propres divisions du thalle, nos observations nous ayant montré que les noyaux du tissu épidermique possèdent une structure plus nette et plus différenciée que ceux de l'écorce. Les noyaux de la moelle, d'autre part, sont extrêmement pâles et indistincts. Mais la distinction la plus importante se trouve dans la division cellulaire ou mitose sur laquelle nous reviendrons plus loin.

La présente étude de douze espèces de Fucacées a confirmé que leurs cellules sont uninuclées et que les organites cytoplasmiques sont aisément reconnus comme indépendants du noyau, qui possède une complexité structurale interne propre et ne peut, par conséquent, être confondu avec eux.

Le terme de « noyau quiescent » ou « noyau à l'état de repos » est devenu, par suite d'un usage courant, une expression familière. Mais son admission dans le vocabulaire cytologique ne s'est pas faite sans critiques. Ceci est peut-être dû à une certaine ambiguïté, qui semble

s'attacher à sa signification. Le terme de noyau au repos peut impliquer soit un état temporaire, soit un état définitif. Le premier état n'est qu'une phase transitoire par laquelle passe le nucléus cellulaire entre deux périodes de transformations compliquées, liées à la division cellulaire. C'est ce qu'on appelle une interphase. Quelques auteurs, E.-B. WILSON (1896, 1902), par exemple, inclinent à prendre uniquement l'état de repos dans ce sens. Récemment même, A. EICHORN (1931) s'est arrêté à l'identité des termes « noyaux au repos et « noyaux interphasiques ». Mais une phase de passage ne mérite pas d'être appelée un état de repos. On comprend pourquoi WILSON dit qu'elle est « faussement caractérisée par état de repos ».

Apparemment, ces chercheurs ne se souviennent pas de la dernière induction quand ils discutent la signification de l'état de repos. Nous ignorons pourquoi ils n'en tiennent pas compte, mais nous sommes convaincus qu'il existe, pour certains noyaux, un état de repos qui est définitivement fixé. Nous avons observé, au cours de nos recherches, certaines régions du thalle où existent des cellules dont les noyaux ne subissent, normalement, aucune division mitotique, ce sont la moelle et les régions âgées de l'écorce et de l'épiderme.

Il convient cependant d'observer que certaines Fucacées, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus platycarpus*, *F. vesiculosus* et *F. serratus* notamment, peuvent présenter des repousses sur des sections de parties vieilles de leur thalle, sections dues soit à l'exploitation par l'homme, soit à l'attaque des mollusques phycophages. L'action irritante de telles lésions peut donc redonner à des cellules vieilles un pouvoir de division qu'elles ne possédaient plus qu'à l'état latent.

Si donc il existe des cellules possédant des noyaux dépourvus de la faculté de division, sans que l'on sache si l'origine de cette carence est nucléaire ou cytoplasmique, c'est un fait qu'il ne faut pas négliger lorsqu'on considère la signification du terme de noyau à l'état de repos. Ce terme général comprend donc deux types particuliers de noyaux : l'un qui correspond à un état de repos temporaire, l'autre à un état de repos définitif. Il est cependant applicable à ces deux types parce que tous deux sont caractérisés par de mêmes conditions générales.

La structure nucléaire comprend, ainsi que nous l'avons vu dans l'étude de chaque plante, plusieurs éléments figurés : membrane nucléaire, substance achromatique, réseau et granules de chromatine et nucléole. La classification des noyaux a été faite souvent d'après la différence de structure de certains de ces éléments. Nous allons considérer d'abord cette question.

Ce qui frappe le plus l'attention, principalement pour des préparations colorées, c'est la substance chromatique généralement admise

comme constituant la partie essentielle du noyau. En nous basant sur la structure de la chromatine, nous pouvons diviser les algues étudiées en deux groupes. L'un est caractérisé par des noyaux du type réticulé, l'autre par les noyaux du type granuleux.

Parmi les douze espèces de Fucacées étudiées, neuf appartiennent au type réticulé et trois au type granuleux. Le premier type comprend tous les *Fucus* et le plus grand nombre des *Cystoseira*, à l'exception de *C. ericoides*, qui appartient, avec *Bifurcaria tuberculata* et *Halidryx siliquosa*, au dernier type.

Le type réticulé de noyau a été décrit avec précision par SCHMITZ (1884) et par OLTMANN (1895). Cette dénomination est due à l'existence d'un réseau de chromatine à ramifications irrégulières, ou *reticulum*. Dans le type granuleux, ce *reticulum* est remplacé par de nombreux granules, plus ou moins isolés, de chromatine qui lui donnent son nom. Divers auteurs ont appelé ces granules de noms différents. ROSENBERG (1904) et OVERTON (1905) les appellent « pro-chromosomes »; BACCARINI (1908) préfère la dénomination de « chromocentres »; LUNDEGARDH (1910) préfère « caryosomes »; SCHILLER (1928) « dauerchromosomes », et GRÉGOIRE (1932) « euchromocentres ».

LE TOUZÉ divise les Fucacées en deux groupes sous le rapport de leur structure nucléaire. L'un est représenté par le type uninucléolé et l'autre par le type granuleux. Il dit que, « en règle générale, le type uninucléolé caractérise la tribu des Fucées; le type granuleux, celle des Cystoseirées ». Cette distinction nous semble erronée pour plusieurs raisons. En premier lieu, elle implique l'illusion faussement logique d'une séparation motivée des deux types, alors que le nucléole et les granules sont deux corps différents qui peuvent caractériser tous deux un même noyau. On ne peut logiquement penser qu'à des divisions telles que uninucléolé, binucléolé ou multinucléolé, ou à des divisions telles que granuleuse ou réticulée; car, dans ces cas, les mêmes organites sont considérés par leur différence en quantité ou leur morphologie variable. Il est donc impossible de diviser des noyaux en type uninucléolé et en type granuleux. Cette erreur fondamentale de LE TOUZÉ trouve sans doute son origine en une mauvaise technique suivie de la confusion du nucléole avec un gros grain de chromatine. En second lieu, il n'est pas exact que la tribu des Fucacées soit caractérisée par le noyau uninucléolé. Dans toutes les espèces de *Fucus* que nous avons étudiées, nous avons observé des noyaux contenant deux nucléoles. En outre, le type uninucléolé de noyau ne se rencontre pas seulement chez les *Fucus*, mais aussi chez certains *Cystoseira*. Enfin, le type granuleux ne caractérise pas les noyaux du genre *Cystoseira*.

Parmi les quatre *Cystoseira* que nous avons étudiés, nous avons trouvé que seul *C. ericoides* possédait des noyaux du type granuleux, tandis que les trois autres, comme les Fucées, en possédaient du type réticulé. Nous pouvons, par conséquent, rejeter l'opinion de LE TOUZÉ en disant que ni la tribu des Fucées n'est caractérisée par le type uninucléolé, ni celle des *Cystoseirées* par le type granuleux.

Mais, même en rejetant l'opinion de LE TOUZÉ, sommes-nous tout à fait certains que la distinction en type réticulé et en type granuleux sont des divisions bien valables ? La technique de l'étude de la structure nucléaire des Fucacées n'est peut-être pas assez avancée pour permettre de rejeter la possibilité que quelques-unes de ces espèces que l'on dit représenter le type granuleux de noyau peuvent un jour montrer une forme particulière du *reticulum* nucléaire, lors de l'utilisation de quelques réactifs spéciaux. Quand des auteurs qualifient les granules de « nœuds du réseau », nous inclinons à penser qu'ils considèrent les granules comme les nœuds d'un réseau rompu ou invisible. En effet, WILSON les considère comme « simplement des portions plus condensées du réseau de chromatine ». Nous pouvons dire que, jusqu'au point où nous avons poussé nos recherches, nous avons rencontré trois espèces de Fucacées présentant le type granuleux et neuf espèces pour le type réticulé. Dans le premier type, les granules de chromatine sont de grande taille, en petit nombre et laissent beaucoup d'espace optiquement vide dans le noyau. Dans le dernier type, il existe aussi des granules contre le réseau ; mais ceux-ci sont très petits et nombreux, et ressemblent à ce que nous pourrions appeler de fins nœuds provenant de fragments rompus du réseau extrêmement faible.

La question du type de noyau uninucléolé nous conduit à considérer l'importante inclusion nucléaire appelée le nucléole. Nous avons déjà signalé que, dans toutes les plantes étudiées, nous avons trouvé des noyaux contenant tantôt un, tantôt deux nucléoles, mais jamais davantage. Cette caractéristique est peut-être singulièrement constante chez les algues brunes, du moins dans leurs tissus somatiques. WILSON prétend que le nombre des nucléoles présents dans un noyau peut varier de un à cinq ou plus. Dans leur *Traité de Cytologie*, GUILLIERMOND, MANGENOT et PLANTEFOL émettent un semblable avis : « Les noyaux de tous les végétaux contiennent au moins un et souvent plusieurs corpuscules sphériques, ovoïdes, plus rarement de contour irrégulier : les nucléoles. » WILSON divise les nucléoles en deux sortes : plasmosomes et karyosomes. Il appelle les premiers vrais nucléoles, les seconds nucléoles de chromatine ou nœuds de réseau. Le texte du *Traité* de GUILLIERMOND ne semble pas montrer une telle division. Quand nous disons que le noyau de nos plantes contient, soit un ou

deux nucléoles, nous entendons par là le vrai nucléole de WILSON, chimiquement différent d'un karyosome de chromatine. Selon les auteurs suivants, les espèces suivantes contiennent un plus grand nombre de nucléoles :

SCHILLER (1911) dit que dans les cellules âgées de *Antithamnion Plumula* et *A. cruciatum* (Floridées) on trouve des douzaines de petits fragments nucléolaires aux contours variés.

D'après KYLIN (1916), on trouve dans quelques cellules du cystocarpe des Floridées, par exemple chez *Bonnemaisonia asparagoides*, de quatre à huit granules nucléolaires étroitement associés.

LINDENBEIN (1927) a observé un grand nombre de nucléoles dans les noyaux des cellules internodales des *Characeae*.

HIGGINS (1931) découvre dans les cellules âgées de *Stypocaulon scoparium* un nombre considérable de noyaux.

Dans la présente étude, qui est limitée au thalle de Fucacées, le noyau n'est qu'uninucléolé et occasionnellement binucléolé.

D'après WESTBROOK (1935), chez *Ceramium flabelligerum*, *Laurencia*, *Chondria*, il y a tout d'abord un seul nucléole, plus tard celui-ci s'agrandit et se fragmente en nombreux corps basophiles irréguliers.

Dans quelques oocytes animaux, le nucléole peut prendre l'aspect de chromosomes.

La forme générale du nucléole est ronde ou ovale, mais selon BERGHS (1909), la fougère *Marsilia Drummondii* a une structure nucléolaire particulière. Dans le prothalle, les nucléoles forment des rubans ondulés comme de grands chromosomes.

Le prothalle produit de façon aposporale de *Athyrium Filix-foemina* var. *clarissima* Jones montre la même chose (FARMER et DIGBY, 1907).

La forme du nucléole ressemble fréquemment à celle des grands granules de chromatine. Cette ressemblance a peut-être conduit quelques observateurs à appeler les derniers aussi une sorte de nucléole ou plus exactement nucléole de chromatine. Ces affinités terminologiques semblent induire en erreur, car elles peuvent conduire à minimiser les différences importantes qui existent entre ces deux sortes de substances. Nous n'avons eu aucune difficulté à distinguer le nucléole du granule de chromatine, même dans le cas de taille semblable. Coloré à l'hématoxyline, le premier est entouré d'une partie nettement incolore, dite aréole périnucléaire, tandis que le second ne montre rien de semblable. Après coloration au Feulgen, le nucléole demeure incolore, tandis que les granules de chromatine sont inva-

riablement colorés en rouge violacé. C'est en général dans le type granuleux de noyau que l'on observe des granules qui possèdent des dimensions très voisines de celles du nucléole. Mais le nucléole, dans ce type de noyau, est situé au centre et, même après coloration au Feulgen, il est reconnaissable avec sa portion centrale un peu jaunâtre. Nous verrons aussi que ces deux substances évoluent différemment pendant la mitose.

Quant à la véritable nature de la substance achromatique qui occupe les intervalles du réseau, quelques auteurs l'ont considérée comme « un liquide remplissant un espace plus ou moins complètement continu traversé par le réseau nucléaire ». Elle ne se colore spécifiquement pas, ni par l'hématoxyline, ni par le Feulgen. La légère coloration qu'elle prend quelquefois est due à une technique mauvaise de la fixation ou de la coloration. Il n'y a donc pas de doute qu'elle soit très différente dans sa nature essentielle de la substance chromatique chez les Fucacées, comme chez tous les végétaux.

La membrane nucléaire a aussi retenu notre attention. Quelques auteurs anciens comme KLEIN (1878) et VAN BENEDEN (1883), nous disent « qu'elle se présente comme une condensation de la substance protoplasmique générale ». Pour SCARTH (1927), la membrane nucléaire comprendrait deux lamelles : l'une, interne, d'origine nucléaire ; l'autre, externe, d'origine cytoplasmique. A-t-elle une relation étroite avec la substance achromatique qui, ainsi que nous sommes portés à le croire, n'est pas chimiquement très différente de la substance protoplasmique ? Il semble difficile de l'admettre, car la membrane nucléaire se colore quelquefois, bien que très faiblement, par l'hématoxyline, tandis que la substance achromatique n'est jamais colorée. La non coloration de cette membrane par le Feulgen fait rejeter l'opinion qu'elle présenterait quelque parenté de constitution avec la chromatine, bien qu'elle puisse présenter une coloration positive avec l'hématoxyline. Sans faire de rapprochement avec la substance nucléolaire, les réactions de la membrane sont du même ordre pour les colorations considérées, mais leur cause est sans doute différente et la coloration de la membrane par l'hématoxyline nous semble due plutôt à un état physique particulier de cette membrane qu'à une constitution chimique voisine de celle du nucléole ou de la chromatine. La répartition fréquente des granules de chromatine en contact immédiat avec la substance implique cependant un rapport entre eux.

Si l'on admet que les colorations constituent le meilleur facteur pour déterminer les relations de structure entre les diverses substances nucléaires, on arrive aux conclusions suivantes : 1° Le réseau de chromatine et les granules sont des modes figurés différents d'une même

substance, la chromatine; 2° Le nucléole diffère par sa matière et sa structure de la chromatine, et doit avoir quelque relation essentielle avec la substance achromatique; 3° La membrane nucléaire a vraisemblablement une relation avec les substances achromatique et chromatique du noyau.

Les modifications que subit la structure du noyau pendant la division cellulaire sont appelées par SCHLEICHER (1878) karyokinèse et par FLEMMING (1882) mitose. C'est un processus tout à fait remarquable que celui de la division cellulaire qui commence par une transformation graduelle de la chromatine figurée dans le noyau cellulaire. Ce mécanisme montre clairement que la chromatine est la partie la plus essentielle du noyau, probablement même de la cellule elle-même. La transformation, bien que très voisine dans les noyaux des plantes étudiées, n'est cependant pas exactement identique. Dans le type réticulé, nous voyons que la chromatine se résout petit à petit en un filament irrégulier et contourné qui, ultérieurement, se rompt en Chromosomes. Dans le type granuleux, par contre, elle donne progressivement naissance à un certain nombre de chromosomes en forme de courts bâtonnets. Le processus de ce dernier cas semble être direct. Vu la petite taille des noyaux étudiés, il ne nous a pas été possible de suivre le changement du réseau et des granules, ou simplement des granules, en un nombre défini de chromosomes. Pendant que ce changement s'opère, la membrane nucléaire disparaît peu à peu. Il est tout à fait logique de conclure à un lien entre ces deux phénomènes simultanés. Nous avons indiqué plus haut que la répartition des chromosomes au contact fréquent de la membrane impliquait aussi un rapport entre eux. J. DOUTRELIGNE (1933) a insisté déjà sur le contact des prochromosomes avec la membrane nucléaire et leur absence dans la masse du noyau; c'est également ce que nous avons observé dans les noyaux du type granuleux des Fucacées.

En prophase, on observe que le nucléole aussi disparaît déjà souvent. Il peut disparaître plus lentement que la membrane nucléaire, mais c'est un fait qu'il disparaît pendant ou après la formation des chromosomes, en tout cas avant la fin de la télophase. Le nucléole prend-il alors part à la formation des chromosomes ? Quelques observateurs, tels que FLEMMING (1891), ont regardé le nucléole comme « une réserve de matériel qui contribue à la formation des chromosomes pendant la division ». Mais STRASBURGER (1895) ne semble pas partager cet avis. Il croit que le nucléole « n'a pas de relation directe avec les chromosomes », mais qu'il consiste en une substance « de laquelle naît la partie achromatique de la division ». HACKER (1895, 1899), d'autre part, pense que le nucléole est « un sous-pro-

duit passif de l'activité chromatique destiné à être absorbé par la substance active ». HACKER appuie son opinion sur le fait « que, dans certaines formes de mitose, le nucléole est, au moment de la division, chassé par le noyau dans le cytoplasme où il dégénère sans fonction apparente ultérieure ». (Vide E. B. WILSON, *The Cell in Development and Inheritance*, pp. 35-36.) Pour notre part, nous n'avons pas vu de cas de nucléole chassé hors du noyau. Nous n'avons observé que sa lente disparition en prophase. Mais nous estimons l'opinion de STRASBURGER plus en accord avec notre point de vue. Car nous avons observé que ce n'est que dans quelques cas que le nucléole persiste jusqu'à la dernière phase de la prophase, alors que les chromosomes ont déjà commencé à se différencier. Mais la disparition du nucléole en prophase tardive est généralement suivie de l'apparition des fibres fusoriales en métaphase précoce. STRASBURGER maintient que le fuseau est l'élément achromatique de la forme de division avec lequel le nucléole est en étroite relation. Ceci pourrait être une réponse au problème.

Mais nous avons à nouveau à répondre à une question que, probablement, ne s'est pas posée STRASBURGER. Nous avons observé que, tandis que la prophase nous a toujours montré la complète disparition du nucléole, la métaphase, dans certains cas, montre l'apparition inattendue de deux nucléoles de part et d'autre des chromosomes amassés en plaque équatoriale. Nous sommes tout à fait certains que ce sont des nucléoles, car ils donnent les mêmes réactions colorées à l'hématoxyline et au Feulgen que le nucléole de la phase interphasique. Nous avons observé deux nucléoles dans cette phase chez des *Cystoseira myriophylloides* et *C. ericoides*. A vrai dire, chez *C. myriophylloides*, les mêmes nucléoles restent présents en anaphase et même pendant la télophase précoce. Nous avons eu la surprise d'observer jusqu'à trois nucléoles, un allongé et deux ronds, pendant la télophase chez certains *C. myriophylloides*. Il se peut que le nucléole allongé soit sur le point d'être divisé et que les deux autres soient le produit de la division. Dans la plupart des cas, ils sont disposés symétriquement, et, d'après quelques auteurs aussi, tels que DE SMET (1914), DE LITARDIÈRE (1921), ABELÉ (1929), EICHHORN (1931), le nucléole montre une disposition symétrique.

Nous avons aussi constaté la présence de deux nucléoles chez *C. granulata* en télophase. *C. foeniculaceae* est le seul *Cystoseira* qui n'ait pas montré ce cas remarquable; nous ne l'avons pas rencontré davantage chez les autres Fucacées. Ces nucléoles disparaissent complètement en télophase tardive. Nous n'avons pu rencontrer dans nos préparations les tout premiers stades de l'apparition de ces nucléoles;

aussi, il ne nous est pas possible de donner ici une explication sur le mécanisme de cette apparition. Nous ne sommes pas non plus très certain comment et où disparaissent les nucléoles pendant la télophase. S'introduisent-ils dans les amas polaires de chromosomes et s'y dissolvent-ils ? Ou contribuent-ils de manière plus directe à la formation des nouveaux nucléoles dans les noyaux de la cellule fille ?

Nous avons déjà fait allusion à la formation des fuseaux qui, d'après STRASBURGER, serait en rapport avec le nucléole original dont la disparition pendant la prophase est suivie de l'apparition des fuseaux fibreux en métaphase. Il est possible qu'il existe un rapport entre les substances qui les constituent principalement, parce que le nucléole et le fuseau sont susceptibles de coloration très semblable à l'hématoxyline, tandis qu'au Feulgen, l'un et l'autre ne prennent aucune coloration. Néanmoins, il y a lieu d'être surpris qu'un nucléole, petit et arrondi, puisse donner naissance à l'ensemble de fibres extrêmement grêles et longues, qui forment le fuseau. Bien que l'on sache qu'à l'examen vital, ou après des fixations particulières non acétiques, le fuseau présente un aspect parfaitement homogène, nous estimons sa structure fibrillaire comme réelle et non le résultat d'un artefact. *In vivo*, les fibrilles constituantes seraient d'une ténuité et d'une réfringence telles qu'elles sont au-dessous de la visibilité microscopique, alors qu'après l'action des fixateurs acétiques, grossièrement coagulées, elles s'agglutinent à plusieurs, deviennent ainsi visibles et mettent en évidence la constitution fibrillaire du fuseau.

En ce qui concerne l'accumulation des chromosomes en plaque équatoriale et en la division de chacun d'eux en deux chromosomes filles, cette accumulation se fait en métaphase, et la division est située à peu près entre la fin de la métaphase et le début de l'anaphase. Il n'y a pas de doute que ces deux phénomènes sont en étroite relation avec l'apparition des fibres fusoriales qui s'étendent jusqu'aux chromosomes à partir des deux pôles opposés. Le dédoublement des chromosomes considéré autrefois comme produit par la rétraction des fibres fusoriales qui s'y attachent, ce qui était l'opinion de VAN BENEDEN (1887), est maintenant plutôt considéré comme autonome pour chaque chromosome (BLEIER, 1931). Le cas de chromosomes qui se clivent en deux longtemps avant la formation du fuseau est à l'appui de cette dernière opinion. Chez les Fucacées étudiées, nous n'avons pu observer une telle précocité du clivage chromosomique, et l'ancienne explication conserve peut-être encore, pour ce cas, une partie de sa valeur.

La question de la présence de deux corpuscules, qui apparaissent aux deux pôles, mérite que l'on s'y arrête. A l'exception des *Cystoseira*, nous avons observé ces deux corpuscules polaires dans la plu-

part des autres plantes. Nous avons déjà mentionné qu'il nous est difficile de les considérer comme des centrosomes parfaits, étant donné qu'ils ne sont point le centre d'un aster, mais seulement le point de convergence des fibres fusoriales. Nous savons que des observateurs ont donné une grande importance aux centrosomes en matière de division cellulaire. Chez les Fucacées étudiées, cette importance nous semble bien restreinte, une division normale se réalisant chez les *Cystoseira* sans organite visible aux pôles et chez la plupart des Fucées, un simple corpuscule polaire joue le rôle de centrosome.

On peut supposer qu'avec des moyens appropriés de fixation et de coloration autres que ceux employés, on parvienne à déceler aux pôles un centrosome complet, bien que l'on puisse se demander pourquoi les techniques ne permettent pas de les discerner, alors qu'elles permettent de voir les fibres fusoriales extrêmement ténues. Nous en arrivons à croire que la théorie de centrosomes dans la mitose n'est peut-être pas universellement vraie, qu'il y a des cas où les éléments chromatiques se divisent en l'absence totale des centrosomes.

Les conclusions, que nous estimons devoir déduire du présent travail, sont les suivantes :

I. — Au point de vue nucléaire, chez toutes les espèces étudiées, les points végétatifs, qui terminent les axes ou les rameaux, sont les parties les plus importantes. Dans leurs cellules, on observe les noyaux les plus gros et ceux dont la structure est la plus nettement différenciée. C'est dans ces cellules que le rapport nucléoplasmotique est le plus élevé. Les autres parties de l'épiderme, puis l'écorce, viennent après pour ce rapport. La moelle est, de toutes les régions, celle où les divisions sont les moins fréquentes et où le rapport nucléoplasmotique est le plus faible.

II. — Selon les espèces, les noyaux sont uninucléolés ou binucléolés; ces deux types peuvent coexister dans une même espèce. Le nombre des nucléoles par noyau ne dépasse jamais deux.

III. — Les noyaux quiescents comportent des noyaux interphasiques et des noyaux à l'état de repos normalement définitif. Ces derniers présentent une pauvreté relative en éléments figurés, particulièrement en ce qui concerne la chromatine.

IV. — Deux types de noyau existent chez les Fucacées : certaines espèces, *Cystoseira foeniculaceae*, *C. myriophylloides*, *C. granulata*, *Fucus platycarpus*, *F. vesiculosus*, *F. lutarius*, *F. serratus*, *Pel-*

vetia canaliculata, *Ascophyllum nodosum*, possèdent des noyaux du type réticulé, d'autres, *Cystoseira ericoides*, *Bifurcaria tuberculata*, *Halidrys siliquosa*, du type granuleux. Les Fucées sont particulièrement caractérisées par le type réticulé.

V. — Les noyaux quiescents des Fucacées, comme le plus grand nombre des noyaux végétaux, comprennent toujours quatre éléments différents : chromatine en réseau ou en granules, substance achromatique, nucléole et membrane. Cette dernière, par ses réactions, est intermédiaire entre la substance achromatique et la substance chromatique figurée.

V. — Le fuseau tire son origine de la substance achromatique. La présence de calottes polaires n'a pas été constatée.

VII. — Chez certaines espèces de Fucacées, la division mitotique s'effectue normalement sans centrosomes visibles. Chez d'autres espèces, les centrosomes sont réduits à de fins corpuscules polaires.

Paris, janvier-décembre 1937.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLEN, C.-E. — Chromosome Reduction in *Lilium canadense*. *Bot. Gaz.* 37 : 464-470, 1904.
2. ALLEN, C.-E. — Nuclear Division in the Pollen Mother Cells of *Lilium canadense*. *Ann. of Botany*, 19 : 189-258, pl. 6-9, 1905.
3. BERGHS, J. — Formation des chromosomes hétérotypiques dans la sporogénèse végétale. 1. Depuis le spirème jusqu'aux chromosomes murs dans la microsporogénèse d'*Allium fistulosum* et de *Lilium lancifolium* (*speciosum*). *Cellule*, 21 : 173-189, pl. 1, 1904.
4. BERGHS, J. — Depuis la sporogonie jusqu'au spirème définitif dans la microsporogénèse de l'*Allium fistulosum*. *Cellule*, 21 : 383-397, pl. 1, 1904.
5. BERGHS, J. — Les cinèses somatiques dans le *Marsilia*. *Cellule*, 25 : 73-84, 1909.
6. BRISTOL, M. — On the life history and cytology of *Chlorochytrium grande* sp. nov. *Ann. Bot.*, 31 : 107-126, 1917.
7. CARTER, N. — Studies on the chloroplasts of Desmids. *Ann. Bot.*, 33 : 215-254, 1919.
8. CHAMBERLAIN, C.-J. — *Methods in Plant Histology*, 1915.
9. CHAMBERLAIN, C.-J. — Microtechnique for marine algae. *Publ. Puget Sound. Biol. Stat.*, 5 : 319-324, 1928.
10. DANGEARD, P. — *Traité d'Algologie*, 1933.
11. DANGEARD, P.-A. et DANGEARD, P. — Recherches sur le vacuome des algues inférieures. *C. R. Acad. Sc.*, 178 : 1038-1042, Paris, 1924.
12. DARLINGTON, C.-D. — *Recent Advances in Cytology*, London, 1932.
13. DAVIS, B.-M. — Kernteilung in der Tetrasporenmutterzelle bei *Corallina officinalis* L. var. *mediterranea*. *Ber. Deutsch Bot. Gesell.*, 16 : 266-272, 1898.
14. DOUBT, D.-G. — Cytology of *Halidrys dioica*. *Bot. Gaz.*, 86 : 330-344, 1928.
15. DOUTRELIGNE, J. — Chromosomes et nucléoles dans les noyaux du type euchromocentrique. *La Cellule*, tome XLII, 1933.
16. DREW, K.-M. — Contributions to the cytology of *Spermothamnion Turneri* (Mert.) Aresch. I. The Diplois Generation. *Ann. Bot.*, 48 : 549-573, 1934.
17. EICHHORN, A. — Recherches caryologiques comparées chez les Angiospermes et les Gymnospermes. *Archives de Botanique*, tome V, Mémoire n° 2, juillet 1931.

18. ESCOYEZ. — La mitose chez *Stypocaulon scoparium*. *La Cellule*, t. 25.
19. FARMER, J.-B. — New investigations into the reduction phenomena of animals and plants. *Proceed. Roy. Soc.*, London 72 : 104-108, fig. 1-6, 1903.
20. FARMER, J.-B. and MOORE, J.-E.-S. — On the essential similarities existing between the heterotypic nuclear division in animals and plants. *Anat. Anz.*, 11 : 71-80, fig. 1-29, 1895.
21. FARMER, J.-B. and WILLIAMS, J.-L. — On fertilization and the segmentation of the spore in *Fucus*. *Ann. of Bot.*, 10 : 479-489, 1896.
22. FARMER, J.-B. — Contributions to our knowledge of the Fucaceæ; their life history and cytology. *Phil. Trans. Roy. Soc. London B*, 190 : 623-645, 19-24, 1898.
23. FARMER, J.-B. and DIGBY, L. — Studies in apospory and apogamy in ferns. *Ann. of Bot.*, 21 : 161-199, pl. 16-20, 1907.
24. FEULGEN, R. et ROSENBECK, H. — Mikroskopisch-chemischer Nachweis einer Nucleinsäure vom Typus der Thymonucleinsäure. *Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. Physiol. Chemie*, CXXXV : 203-248, 1924.
25. FEULGEN-BRAUNS, F. — Untersuchungen über die Nuclealfärbung. *Pfluger's Archiv. f. ges. Physiol.*, CCIII : 415-435, 1924.
26. FREW, P. and BOWEN, R.-H. — Nucleolar behaviour in the mitosis of plant cells. *Quart. Journ. Micros. Sc.*, 73 : 197-214, 1929.
27. FRITSCH, F.-E. — The Structure and Reproduction of Algae. London, 1935.
28. GARDS, M. — Sur l'état sexuel du *Fucus ceranoides* L. *Bull. Soc. Bot. France*, 7 : 294-296, 1923.
29. GRÉGOIRE, V. — Les cinèses polliniques chez les Liliacées. *Cellule*, 16 : 235-297, pl. 1 et 2, 1899.
30. GRÉGOIRE, V. — La réduction numérique des chromosomes et les cinèses de maturation. *Cellule*, 21 : 297-314, 1904.
31. GRÉGOIRE, V. — La formation des gemini hétérotypiques dans les végétaux. *Cellule*, 24 : 369-420, pl. 1 et 2, 1907.
32. GUILLIERMOND, MANGENOT et PLANTFOL. — Traité de Cytologie végétale, 1933.
33. GUILLIERMOND, A. — Sur la formation des chloroleucites aux dépens des mitochondries. *C. R. Ac. Sc.*, août 1911.
34. HAAS, P. and HILL, T.-G. — On examination of metabolic products of certain fucoids. I. Sugar. *Biochem. Journ.*, 23 : 1000-1004, 1929.
35. HAMMERLING, J. — Entwicklung und Formbildungsvermögen von *Aceabularia mediterranea*. *Biol. Zentralbl.*, LI : 633-647, 1931.
36. HAMEL, Gontran. — Les algues de Vigo. *Revue Algologique*, 4 : 81-95, novembre 1929.
37. HANSTEEN. — Studien z. Anatomie und Physiologie der Fucoiden. *Pringsh. Jahrb.*, 1892.

38. HIGGINS, E.-M. — A cytological investigation of *Stypocaulon scoparium* (L.) Kütz. with especial reference to the unilocular sporangia. *Ann. of Bot.*, 45 : 345-353, 1931.
39. HOLTZ, F.-L. — Observations on *Pelvetia*. *Minnesota Bot. Studies*.
40. HOYT, W.-D. — The periodic fruiting of *Dictyota* and its relation to environment. *Amer. Journ. Bot.*, 14 : 592-619, 1925.
41. HUNGER. — Ueber das Assimilationsprodukt der Dictyotaceen. *Pringsh. Jahrb.*, 1902.
42. ISAAC, W.-E. — Some observations and experiments on the drought resistance of *Pelvetia canaliculata*. *Ann. of Bot.*, 47 : N° CLXXXVI, april 1933.
43. JARCO, J.-W. — Chemicals destroy lake weeds. *Scient. Amer.*, 138 : 532-533, 1928.
44. KAGAWA, F. — Cytological studies on *Triticum* and *Aegilops*. 1. Size & Shape of somatic chromosomes. *La Cellule*, 37 : 229-324, 1927.
45. KELLY, A.-P. — An Early Book on Algology. *Science*, 65 : 472-473, 1927.
46. KNIGHT, M. — Studies in the Ectocarpacae. 1. The life history and cytology of *Pylaiella litoralis* kjellum. *Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, 53 : pt. 2, n° 17 : 243-360, pl. 1-6, 1923.
47. KYLIN, H. — Die Entwicklungsgeschichte und die systematische stellung von *Bonnemaia asparagoides* (Woodw.). *Zeit. Bot.*, 8 : 545-586, 1916.
48. LANGERON, M. — Précis de Microscopie. Paris, 1925.
49. LE TOUZÉ. — Contribution à l'étude histologique des Fucacées. *Rev. générale de Botanique*, 1911.
50. LINDENBEIN, W. — Beitrag zur cytologie der charales. *Planta*, IV : 437-466, 1927.
51. LISON, L. — Histochemic animale methods et problems. 1936.
52. LUDFORD, R.-J. — The chromatin content of normal and malignant cells, as demonstrated by Feulgen's Nuclealreaktion'. *Proced. Roy. Soc., B.*, CII : 397-406, 1927.
53. LUTMAN, B. — Cell and nuclear division in *Closterium*. *Bot. Gaz.*, 51 : 401-430, 1911.
54. MANGENOT, G. — Notes sur la cytologie de Laminaires. *C. R. Soc. de Biol. (Lyon)*, 83 : 522-523, 1923.
55. MANGENOT, G. — Faits concernant la biologie de *Fucus vesiculosus* L. *C. R. Société de Biologie*, 96 : 528-529, 1921.
56. MANGIN. — Recherches anatomiques sur la distribution des composés pectiques chez les végétaux. *Journ. de Bot.*, 1891-1893.
57. MATHIAS, W.-T. — The cytology of *Callithamnion brachiatum*, *Bonnem. Publ. Hartley Bot. Lab.*, V : 1-27. Liverpool, 1928.
58. MONTGOMERY, T.-H. — The spermatogenesis of *Peripatus* (*Peripatopsis*) *balfouri* up to the formation of the spermatid. *Zool. Jahrb.*, 14 : 277-368, pl. 19-25, 1900.

59. MONTGOMERY, T.-H. — The heterotypic maturation mitosis in amphibia and its general significance. *Bil. Bull.*, 4 : 259-269, fig. 1-8, 1903.
60. MOORE, L.-B. — *Pelvetia fastigiata*. *Bot. Gaz.*, 86 : 419-434, 1928.
61. MOTTIER, D.-M. — The development of the heterotypic chromosomes in pollen mother cells. *Bot. Gaz.*, 40 : 171-177, 1905.
62. MOTTIER, D.-M. — Same (final paper). *Ann. of Bot.*, 21 : 309-347, pl. 27 et 28, 1907.
63. MYERS, M.-E. — The life history of the brown algae *Egregia menzesii*. *Univ. of California Bot. Publ.*, 14 : 225-246, pl. 49-52, 1928.
64. NAYLOR, G.-L. — Form of *Fucus spiralis*. *Revue Algologique*, 7 : 423-439, février 1936.
65. NEWTON, Lily. — *A Handbook of the British Seaweeds*, 1931.
66. OLTMANNS. — Beit. z. kenniss der Fucaceen. *Bibliotheca botanica*, 1899, helf. 14.
67. OLTMANNS. — Morphologie und Biologie der Algen. Iéna, 1904 et 1922.
68. RATH, O. VOM. — Zur kenniss der spermatogenese von *Gryllotalpa vulgaris* Latr. *Arch. Mikr. Anat.*, 40 : 102-132, pl. 5, 1892.
69. REES, M.-E. — Some observations on *Bifucaria tuberculata* Stackh. *Annals of Bot.*, 47, n° CLXXX, janv. 1933.
70. REINKÉ. — Beit. z. kenniss der Tange. *Pringsh. Jahrb.*, 1876, 10.
71. ROSENBERG, O. — Ueber Reduktionstheilung in *Drosera*. *Meddel. Stock. Hogs. Bot. Inst.*, 1904.
72. ROSENBERG, O. — Zur kenniss der Reduktionstheilung in Pflanzen. *Bot. Notiser*, 1-24, fig. 1-14, 1905.
73. RUCKERT, J. — Zur Eireifung bei Copepoden. *Anat. Hefte*, 4 : 261-351, pl. 21-25, 1894.
74. SAUVAGEAU, C. — Note sur l'*Ectocarpus* (*Pilayella*) *fulvescens*. *Journ. de Bot.*, 1896, 10.
75. SAUVAGEAU, C. — A propos de quelques *Fucus* du bassin d'Arcachon. *Bull. Stat. Biol. d'Arcachon*, 20^e année, Bordeaux, 1923.
76. SAUVAGEAU, C. — Sur l'état quiescent prolongé d'une algue pheosporée éphémère. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1923.
77. SAUVAGEAU, C. — Sur un nouveau type d'alternance de générations chez les algues brunes : les Sporochonales. *C. R. Acad. Sc.*, 1926.
78. SCHAFFNER, J.-H. — The division of the macrospore nucleus (of *Lilium philadelphicum*). *Bot. Gaz.*, 23 : 430-452, pl. 37-39, 1897.
79. SCHAFFNER, J.-H. — Chromosome reduction in the microsporocytes of *Lilium tigrinum*. *Bot. Gaz.*, 41 : 183-191, pl. 12 et 13, 1906.
80. SIMONS. — A morphological study of *Sargassum filipendula*. *Bot. Gaz.*, 1906, 41.
81. SKRINE, P.-M. — A member of the Fucaceæ from the Dovey salt marshes. *Journ. of Botany*, t. LXVII, 1929.
82. SMITH, J.-M. — *English Botany, Cryptogamia*, 1927.

83. STRASBURGER, E. — Periodic reduction of the number of chromosomes in the life-history of living organism. *Ann. of Bot.*, 8 : 281-316, 1894.
84. STRASBURGER, E. — Kernteilung und Befruchtung bei Fucus. *Jahrb. Wiss. Bot.*, 30 : 351-374, pl. 17 et 18, 1897.
85. STRASBURGER, E. — Ueber Reduktionsteilung. *Sitzungsb. Konigl. Preuss. Akad. Wiss.*, 18 : 587-614, fig. 1-4, 1904.
86. STRASBURGER, E. — Zur Frage eines Generationswechsel bei Phaeophyceen. *Bot. Zeit.*, 64 : 2-7, 1906.
87. SYKES (Miss). — Histology of *Macrocystis pirifera* and *Laminaria saccharina*. *Ann. of Bot.*, 1908, 22.
88. TIFFANY, L.-H. — Some economic aspects of the algae. *School Science, Math.*, 28, 1928.
89. TILDEN, J.-E. — Some hypothesis concerning the phylogeny of the algae. *Amer. Nat.*, 62, 1928.
90. TILDEN, J.-E. — Our richest source of vitamins. *Scient. Amer.*, 1928.
91. TILDEN, J.-E. — The Algae and Their Life Relations, 1935.
92. VAN TIEGHEM, Ph. — *Eléments de Botanique*, 1898.
93. WILSON, E.-B. — *The Cell in Development and Inheritance. Sec. Edit.*, 1902.
94. WESTBROOK, M.-A. — Contributions to the cytology of tetrasporic plants of *Rhodomenia palmata* (L.) Grev., and some other Florideae. *Ann. of Bot.*, 42 : 149-172, 1928.
95. WESTBROOK, M.-A. — The structure of the nucleolus in *Callithamnion*. *Spp. Bot. Gaz.*, 44 : 1012-1015, 1930.
96. WESTBROOK, M.-A. — Observations on nuclear structure in Florideae. Sonderabdruck aus., *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*, band LIII, 1935.
97. WILLIAMS, J.-L. — Studies in the Dictyotaceae. 1. The cytology of the tetrasporangium and the germinating tetraspore. *Ann. of Bot.*, 18 : 141-160, pl. 9 et 10, 1903; 2. The cytology of the gametophyte generation. *Ann. of Bot.*, 18 : 183-204, pl. 12-14, 1904.
98. WOLFE, J.-J. — Cytological studies on *Nemalion*. *Ann. of Bot.*, 18 : 609-630, pl. 40 et 41, 1904.
99. YAMANUCHI, S. — The life-history of *Polysiphonia*. *Bot. Gaz.*, 42 : 401-449, pl. 19-28, fig. 3, 1906.
100. YAMANUCHI, S. — Sporogenesis in *Nephrodium*. *Bot. Gaz.*, 45 : 1-30, pl. 1-4, 1908.
101. YAMANUCHI, S. — Apogamy in *Nephrodium*. *Bot. Gaz.*, 45 : 289-318, fig. 3, 1908.
102. YAMANUCHI, S. — Mitosis in *Fucus*. *Bot. Gaz.*, 1909, 27.

LÉGENDE DES PLANCHES

(Toutes les figures des planches sont au même grossissement : $\times 1.900$)

PLANCHE I

Cystoseira

- Fig. 1. — Noyau d'une cellule du point végétatif (*Cystoseira myriophylloides* Sauv.).
Fig. 2. — Noyau d'une cellule du point végétatif avec deux nucléoles.
Fig. 3. — Noyau d'une cellule épidermique.
Fig. 4. — Noyau d'une cellule corticale.
Fig. 5. — Noyau d'une cellule médullaire.
Fig. 6. — Début de prophase (*Cystoseira myriophylloides* Sauv.), vue latérale.
Fig. 7. — Début de prophase montrant l'irrégularité du nucléole.
Fig. 8. — Prophase (début) (*Cystoseira myriophylloides* Sauv.).
Fig. 9. — Début de la métaphase, vue latérale (*Cystoseira granulata* (L.) Ag.
Fig. 10. — Métaphase, vue latérale (*Cystoseira granulata* (L.) Ag.
Fig. 11. — Anaphase, vue latérale.
Fig. 12. — Achèvement d'une division en vue latérale.

PLANCHE II

Cystoseira foeniculaceae Grev.

- Fig. 1. — Noyau de la cellule apicale.
Fig. 2. — Prophase commençante montrant le nucléole et les fins filaments de chromatine.
Fig. 3. — Métaphase montrant la disposition des chromosomes en plaque équatoriale.

Cystoseira ericoides (L.) Ag.

- Fig. 4. — Noyau de la cellule apicale.
Fig. 5. — Noyau d'une cellule épidermique.
Fig. 6 et 7. — Noyaux des cellules de l'écorce (supérieure et inférieure).
Fig. 8. — Noyau d'une cellule de la moelle.
Fig. 9. — Début de prophase avec nucléole.
Fig. 10. — Début de prophase sans nucléole.
Fig. 11. — Métaphase (avec deux nucléoles symétriques).
Fig. 12. — Métaphase (avec deux nucléoles disposés asymétriquement).

PLANCHE III

Fucus platycarpus Thur.

- Fig. 1. — Noyau de la cellule apicale.
 Fig. 2. — Noyau d'une cellule épidermique.
 Fig. 3. — Noyau d'une cellule du point végétatif.
 Fig. 4. — Noyau d'une cellule corticale.
 Fig. 5. — Noyau d'une cellule médullaire.
 Fig. 6. — Début de prophase.
 Fig. 7. — Début de prophase.
 Fig. 8. — Début de la métaphase, vue latérale montrant deux corpuscules polaires.
 Fig. 9. — Début de métaphase, vue latérale.
 Fig. 10. — Anaphase, vue latérale.
 Fig. 11. — Stade plus avancé d'anaphase, vue latérale.
 Fig. 12. — Télaphase, vue latérale.

PLANCHE IV

Fucus lutarius Kütz.

- Fig. 1. — Noyau d'une cellule du point végétatif.
 Fig. 2. — Noyau d'une cellule de l'épidermique.
 Fig. 3. — Noyau d'une cellule du poil.
 Fig. 4. — Noyau d'une cellule corticale.
 Fig. 5. — Noyau de la cellule médullaire.
 Fig. 6. — Début de prophase.
 Fig. 7. — Début de métaphase (fibres fusoriales pas encore visibles), vue latérale.
 Fig. 8. — Métaphase, vue latérale (avec deux corpuscules polaires).
 Fig. 9. — Début d'anaphase (deux corpuscules visibles).
 Fig. 10. — Anaphase plus avancée.
 Fig. 11. — Télaphase, vue latérale.
 Fig. 12. — Achèvement d'une division, vue latérale.

PLANCHE V

Fucus vesiculosus L.

- Fig. 1. — Noyau de la cellule apicale.
 Fig. 2. — Noyau d'une cellule du point végétatif.
 Fig. 3. — Noyau d'une cellule voisine de la cellule apicale.
 Fig. 4. — Noyau d'une cellule épidermique.
 Fig. 5. — Noyau d'une cellule corticale.
 Fig. 6. — Noyau d'une cellule médullaire.

Fucus serratus L. (Epiderme jeune)

- Fig. 7. — Début de prophase.
Fig. 8. — Stade plus avancé de prophase.
Fig. 9. — Métaphase, vue latérale, montrant deux corpuscules polaires.
Fig. 10. — Anaphase, vue latérale (deux corpuscules polaires visibles).
Fig. 11. — Anaphase, vue latérale (avec deux corpuscules polaires).
Fig. 12. — Télophase, vue latérale.

PLANCHE VI

Pelvetia canaliculata (L.) Decne et Thur.

- Fig. 1. — Noyau de la cellule apicale.
Fig. 2. — Noyau d'une cellule épidermique.
Fig. 3. — Noyau d'une cellule corticale.
Fig. 4. — Noyau d'une cellule médullaire.
Fig. 5 a et 5 b. — Début de prophase (5 b noyau partiellement incomplet par suite de la coupe).
Fig. 6. — Prophase plus avancée.
Fig. 7. — Métaphase avec deux corpuscules polaires (vue latérale).
Fig. 8. — Anaphase, vue latérale.
Fig. 9. — Début de télophase.

Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol.

- Fig. 10. — Noyau de la cellule initiale.
Fig. 11. — Noyau de cellule épidermique.
Fig. 12. — Noyau de cellule corticale.

PLANCHE VII

Bifurcaria tuberculata Stackh.

- Fig. 1. — Noyau de la cellule initiale.
Fig. 2. — Noyau d'une cellule de l'épiderme jeune.
Fig. 3. — Noyau d'une cellule de l'épiderme âgé.
Fig. 4. — Noyau d'une cellule corticale.
Fig. 5. — Noyau d'une cellule médullaire.
Fig. 6. — Prophase plus avancé.
Fig. 7. — Métaphase avec deux corpuscules polaires, vue latérale.
Fig. 8. — Anaphase avancée avec deux corpuscules polaires.
Fig. 9. — Anaphase plus avancée.
Fig. 10. — Début de télophase.
Fig. 11. — Fin de la télophase.
Fig. 12. — Achèvement d'une division, vue latérale.

PLANCHE VIII

Halidrys siliquosa (L.) Lyngb.

- Fig. 1. — Noyau de la cellule initiale.
Fig. 2. — Noyau d'une cellule de l'épiderme jeune.
Fig. 3. — Noyau d'une cellule de l'épiderme âgé.
Fig. 4. — Noyau d'une cellule corticale.
Fig. 5. — Noyau d'une cellule médullaire.
Fig. 6. — Noyau d'une jeune cellule de la paroi d'un conceptacle.
Fig. 7. — Noyau de cellule âgée de la paroi d'un conceptacle.
Fig. 8. — Début de prophase.
Fig. 9. — Métaphase avec deux corpuscules polaires, vue latérale.
Fig. 10. — Début d'anaphase, vue latérale.
Fig. 11. — Anaphase plus avancée.
Fig. 12. — Télophase avancée.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	9
CHAPITRE I. Historique	11
CHAPITRE II. Observations générales	12
CHAPITRE III. Matériel et Technique	17
CHAPITRE IV. Le Noyau chez les <i>Cystoseira</i>	25
1. Etude de <i>Cystoseira foeniculacea</i> Grev.	25
A. Noyau quiescent	25
B. Mitose somatique	29
2. Etude de <i>Cystoseira myriophylloides</i> Sauv.	31
A. Noyau quiescent	31
B. Mitose somatique	33
3. Etude de <i>Cystoseira granulata</i> (L.) Ag.	34
A. Noyau quiescent	35
B. Mitose somatique	36
4. Etude de <i>Cystoseira ericoides</i> (L.) Ag.	36
A. Noyau quiescent	37
B. Mitose somatique	40
CHAPITRE V. Le Noyau chez les <i>Fucus</i>	43
1. Etude de <i>Fucus platycarpus</i> Thur.	43
A. Noyau quiescent	43
B. Mitose somatique	46
2. Etude de <i>Fucus lutarius</i> Kütz.	46
A. Noyau quiescent	47
B. Mitose somatique	49
3. Etude de <i>Fucus vesiculosus</i> L.	50
A. Noyau quiescent	51
B. Mitose somatique	53
4. Etude de <i>Fucus serratus</i> L.	54
A. Noyau quiescent	54
B. Mitose somatique	56

CHAPITRE VI. Le noyau chez le <i>Pelvetia</i>	57
1. Etude de <i>Pelvetia canaliculata</i> (L.) Decne et Thur.....	57
A. Noyau quiescent	57
B. Mitose somatique	60
CHAPITRE VII. Le noyau chez <i>Ascophyllum</i>	61
1. Etude de <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jol.....	61
A. Noyau quiescent	61
CHAPITRE VIII. Le noyau chez <i>Bifurcaria</i>	65
1. Etude de <i>Bifurcaria tuberculata</i> Stackh.....	65
A. Noyau quiescent	65
B. Mitose somatique	68
CHAPITRE IX. Le noyau chez <i>Halidrys</i>	70
1. Etude de <i>Halidrys siliquosa</i> (L.) Lyngb.....	70
A. Noyau quiescent	70
B. Mitose somatique	73
CHAPITRE X. Discussion et Conclusions	76
Bibliographie	87
Légende des Planches	93



DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

L'aire de végétation équatoriale dans l'ancien monde.

Vu et approuvé :

Montpellier, le 25 janvier 1938.

Le Doyen de la Faculté des Sciences
de Montpellier,

Marcel GODECHOT.

Vu

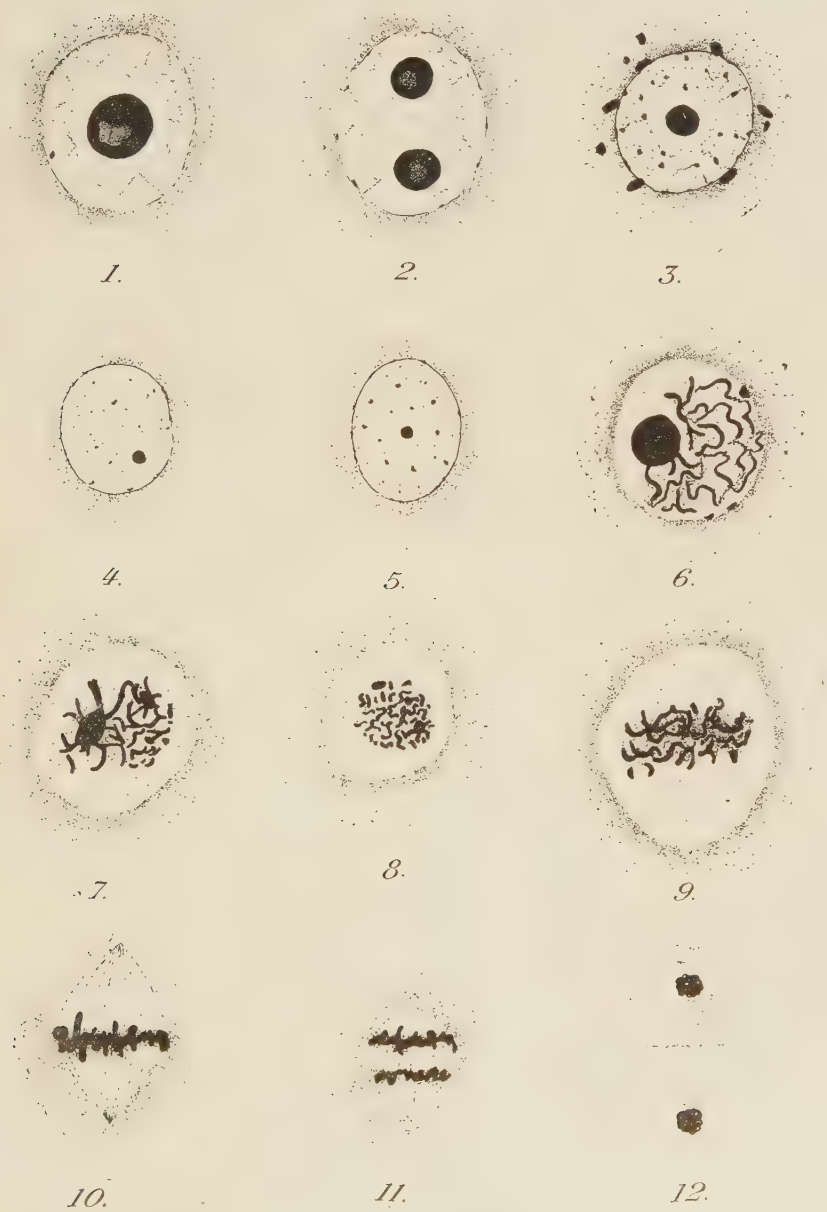
et Permis d'imprimer :

Montpellier, le 26 janvier 1938.

Le Recteur de l'Académie,

PARISELLE.

NOYAUX DES FUCACÉES — Pl. I.

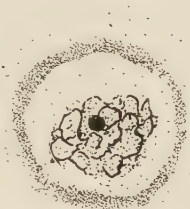


Cystoseira myriophylloides Sauv.
et *C. granulata* (L.) Ag.

NOYAUX DES FUCACÉES — Pl. II.



1.



2.



3.



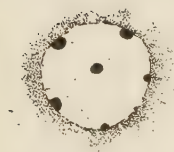
4.



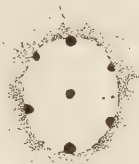
5.



6.



7.



8.



9.



10.



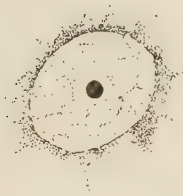
11.



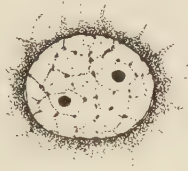
12.

Cystoseira foeniculacea Grev.
et *C. ericoides* (L.) Ag.

NOYAUX DES FUCACÉES — Pl. III.



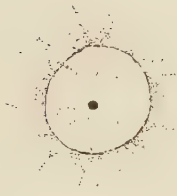
1.



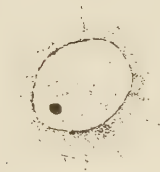
2.



3.



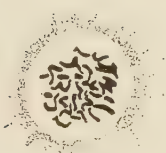
4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



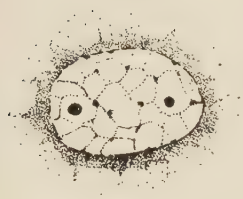
11.



12.

Fucus platycarpus Thur.

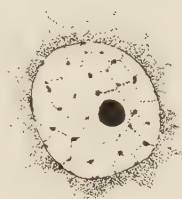
NOYAUX DES FUCACÉES — Pl. IV.



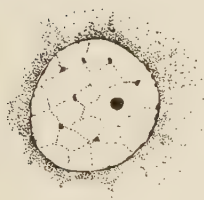
1.



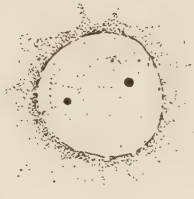
2.



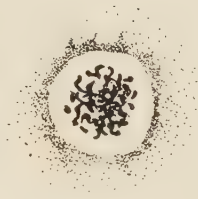
3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



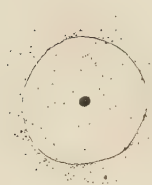
11.



12.

Fucus lutarius Ktz.

NOYAUX DES FUCACÉES — PL. V.



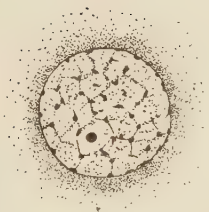
1.



2.



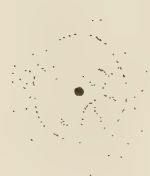
3.



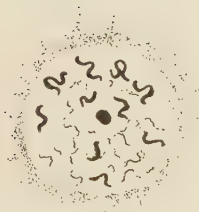
4.



5.



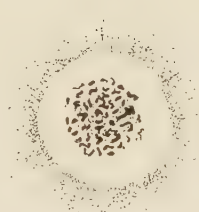
6.



7.



8.



9.



10.



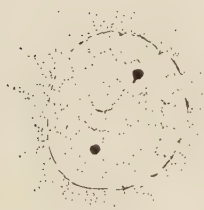
11.



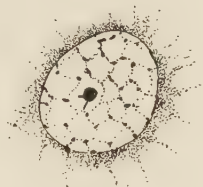
12.

Fucus vesiculosus L.
et *Fucus serratus* L.

NOYAUX DES FUCACÉES — Pl. VI.



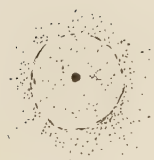
1.



2.



3.



4.



5.



6.



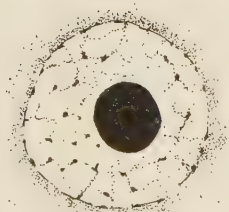
7.



8.



9.



10.



11.



12.

Pelvetia canaliculata (L.) Decne et Thur.
et *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol.

NOYAUX DES FUCACÉES — PL. VII.



Bifurcaria tuberculata Stackh.

NOYAUX DES FUCACÉES — Pl. VIII.



1.



2.



3.



4.



5.



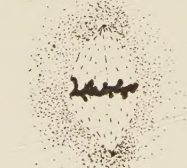
6.



7.



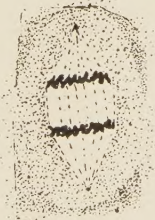
8.



9.



10.



11.



12.

Halidrys siliquosa (L.) Lyngb.

